Darstellung und Kritik

der Lehre des Descartes

von der Bildung des Universums.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Philosophischen Fakultät der Universität zu Rostock

vorgelegt von

Wilh. Kraszmöller

aus Wiesbaden.

Rostock.

Carl Hinstorffs Buchdruckerei

1903.

Referent: Herr Prof. Dr. Erhardt.

Meinen Eltern

gewidmet,

dem toten Vater in treuem Gedenken,

der lebenden Mutter in dankbarer Verehrung.

Inhalt.

Einleitung. . . . . S. 7—13

Teil I. Die Darstellung der Weltentstehungshypothese Descartes'.

Kap. 1. Die Materie . . . . . S. 14—19

Kap. 2. Die Bewegung . . . . . S. 19—28

Kap. 3. Einrichtung und Entstehung des Universums . . . . . S. 28—40

Kap. 4. Die Geogonie . . . . . S. 40—50

Teil II. Kritische Betrachtungen.

Kap. 5. Die Konstitution der Materie . . S. 51—53

Kap. 6. Die Bewegungsgesetze . . . . . S. 53—59

Kap. 7. Charakteristik der Kosmogonie . . S. 59—62

Kap. 8. Kritik derselben . . . . . S. 62—67

Schluß: Die Bedeutung der Kosmogonie Descartes' für die heutige Wissenschaft und ihr Verhältnis zu den wichtigeren Weltentstehungshypothesen der Folgezeit . . . . . S. 68—78

Einleitung.

Seitdem Kant in seiner Schrift „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels“[1] den Versuch gemacht hatte, die Entstehung des Universums aus möglichst einfachen Prinzipien herzuleiten und später Laplace durch seine „Exposition du Système du Monde“[2] die allgemeine Aufmerksamkeit auf die kosmogonischen Ideen hingelenkt hatte, wuchs das Interesse für die Weltentstehungstheorien mehr und mehr. Das beweisen die wertvollen Arbeiten und die wichtigen Bemerkungen von Männern wie A. v. Humboldt,[3] W. Struve,[4] Schopenhauer,[5] Zöllner[6] Wolf,[7] Faye,[8] Eberhard[9] u. s. w. Sie haben

1) Allgem. Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newtonischen Grundsätzen abgehandelt. Königsberg und Leipzig 1755.

2) Laplace, œuvres complètes, tom VI, 1884. Paris.

3) A. v. Humboldt, Kosmos I, pag. 90.

4) W. Struve, Etudes d'astronomie stellaire 1847.

5) Schopenhauer, Parerga und Paralipomena, 1850, II. pag. 143.

6) Zöllner, Photometrische Untersuchungen 1865 und Natur der Kometen 1872.

7) Wolf, Les hypothèses cosmogoniques, Paris 1886.

8) Faye, Sur l'origine du Monde, Théories cosmographiques des Anciens et des Modernes, 1 Ed. Paris 1884.

9) Eberhard, Die Cosmogonie von Kant, Publikationen der v. Kuffnerschen Sternwarte in Wien, III. Bd., herausg. von L. de Ball, Wien 1894 pag. XXVIII ff.

zu dem Alten Neues hinzugefügt und Beweise für Behauptungen gebracht, die noch als unbewiesen stehen geblieben waren oder auch noch nicht bewiesen werden konnten. Wir erwähnen noch die Arbeiten von Helmholtz[1] und Ritter,[2] von denen der erstere das Prinzip von der Erhaltung der Energie und letzterer die kinetische Gastheorie auf die Kant-Laplacesche Hypothese angewendet hat. Aber auch vor Kant und Laplace hat es schon Kosmogonieen gegeben, ja man kann sagen, die Geschichte derselben ist so alt, wie die der Menschheit.

Die erste Kosmogonie, der wir einen wissenschaftlichen Wert beimessen können, wenn auch nicht den hohen wie der Kant-Laplaceschen, ist die des Descartes. Dieser konnte seine Weltentstehungshypothese unter viel günstigeren Bedingungen wie seine Vorgänger aufstellen. Das sechszehnte und siebenzehnte Jahrhundert brachte eine Reihe der wichtigsten astronomischen Entdeckungen, die sich an die Namen Kopernikus, Kepler und Galilei knüpfen. Das geozentrische Weltsystem des Ptolemäus, das während des ganzen Mittelalters herrschte, mußte dem heliozentrischen des Kopernikus weichen. Nicht die Erde ist mehr der Mittelpunkt des Weltsystems, sondern die Sonne, um die sich die Erde und alle anderen Planeten bewegen. Dieses kopernikanische System war aber noch mit Mängeln behaftet, die teils in dem Systeme selbst,

1) Helmholtz, Populäre Vorträge, Braunschweig 1871 und 1876, 2. Heft pag. 120 und 134 und 3. Heft pag. 101.

2) Ritter, Untersuchungen über die Höhe der Atmosphäre und die Konstitution gasförmiger Weltkörper. Wied. Annal. V—VIII, X–XIV und XX.

teils in seiner Begründung zu suchen waren. Kopernikus hatte die wichtige Einsicht gewonnen, daß die Erdachse bei ihrer Bewegung um die Sonne sich immer parallel bleiben müßte, falls der Wechsel der Jahreszeiten erklärlich sein sollte. Noch befangen in der Lehre des Aristoteles von den natürlichen und gewaltsamen Bewegungen erklärte er seine Ansicht von der parallelen Lage der Erdachse dadurch, daß er der Erde außer der Drehung um ihre Achse und ihrer Bewegung um die Sonne noch eine dritte merkwürdige Bewegung beilegte, welche die Erdachse in allen ihren Lagen parallel erhielt. Diesen Fehler beseitigte alsbald Galilei, indem er in seinen berühmten Dialogen über die beiden wichtigsten Weltsysteme, das ptolomäische und das kopernikanische, darauf hinwies, daß sich die Rotationsachse ohne besondere Kraft bei jedem frei schwebenden Körper erhält. Diese Behauptung wies er experimentell nach; eine Holzkugel, die in einer mit Wasser gefüllten Schüssel schwimmt, behält stets die Lage ihrer Achse gegen die Wände des Gefäßes bei, auch dann noch, wenn die ganze Schüssel in Bewegung gesetzt wird.[1] Einen zweiten Fehler, der noch in dem System steckte, beseitigte Kepler. Kopernikus hatte nämlich noch die exzentrischen Kreise und die Epicyklen des Ptolemäischen Systems zur Erklärung der Planetenbahn übernommen und somit nur ptolemäische Vorstellungen in die veränderte Konstruktionsweise der heliozentrischen Hypothese übertragen. Diesen Notbau riß Kepler vollständig durch die Aufstellung seiner drei nach ihm

1) Es handelt sich um die Schrift: Dialogo intorno ai due massimi sistemi del mondo, Flor. 1632 (3. Tag).

benannten Gesetze nieder, deren eigentliche Ursache allerdings erst später Newton in der Anziehung erkannte, die alle Körper auf einander ausüben.

Bisher sprachen wir von zwei prinzipiellen Fehlern, die in dem Systeme selbst steckten. Weit nachteiliger als diese waren für die Einführung des neuen Systems die physikalischen Einwürfe, die in der Bewegungslehre des Aristoteles begründet waren. Die falschen und noch unentwickelten Vorstellungen dieses Denkers von den gewaltsamen und natürlichen Bewegungen konnten nicht recht in Einklang gebracht werden mit den himmlischen und terrestrischen Bewegungserscheinungen, wie sie das kopernikanische System verkündete. Selbst die sinnreiche Methode und die ganze Darlegung, mit der Kopernikus sein neues System begründete, war noch zu sehr „von den unentwickelten Bildern, die man sich im Altertum von der Natur der Bewegungen der Himmelskörper machte, sowohl hinsichtlich der Zusammensetzung von Kreis- und Räderbewegungen, als überhaupt hinsichtlich der starren machinalen Verbindungen innerhalb der Bewegungsform“[1] abhängig, als daß sie eine befriedigende Erklärung für alle Bewegungserscheinungen des Himmels und der Erde gegeben hätte. Erst Galileis neue Anschauungen von der Bewegung, die er in seinen Diskursen über die Bewegungslehre[2] und in seinen schon oben angeführten

1) Weltall und Menschheit, herausg. von Hans Kraemer III Bd.: Die Erforschung des Weltalls, von W. Foerster, pag. 124.

2) Der genaue Titel dieser Schrift Galileis ist: Discorsi e demostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze, attenenti alla meccanica ed ai movimenti locali, di Galileo Galilei Linceo, Filosofo, e Matematico primario del Serenissimo Gran Duca di Toscana. Leyden, apud Elzevirium, 1638.

Dialogen über die beiden wichtigsten Weltsysteme,[1] verkündete, haben für „die Begründung und Einlebung der neuen Weltauffassung die entscheidenste Bedeutung gehabt".[2] Zunächst bekämpfte Galilei in diesen Werken den aristotelischen Symbolismus in der Darstellung der auf der Erde wahrgenommenen Bewegungsarten und ging alsdann dazu über, die Zusammensetzung der Bewegungserscheinungen mathematisch und experimentell zu erforschen. Nunmehr untersuchte er die Bewegungserscheinungen des freien Falls und gelangte dabei zu der wichtigen Erkenntnis, daß jede Fallbewegung sich zusammensetzt aus stetig sich erneuernden Antrieben und den Wirkungen des Beharrens der bewegten Körper in der einmal angenommenen Geschwindigkeit und Richtung. Weiterhin erschloß sich ihm auch sehr bald das Wesen der Pendelschwingungen als eine besondere Art der Fallerscheinungen und das Wesen der von geworfenen Körpern beschriebenen Flugbahnen. Neben diesen mathematischen und experimentellen Untersuchungen über die Grundlage der Bewegungslehre machte Galilei wichtige Entdeckungen am Himmel durch das Fernrohr, das er nur auf die Kunde von der Erfindung des niederländischen Fernrohres hin, ohne dasselbe zu kennen, im Jahre 1609 sich konstruierte. Mittelst dieses Instrumentes erkannte er die Kugelgestalt Jupiters und dessen vier Trabanten, welche ihren Zentralkörper umkreisen.

So haben Galilei und Kepler gemeinschaftlich für die Wahrheit der neuen Lehre des Kopernikus

1) Vgl. pag. 9 Fußnote.

2) Weltall und Menschheit, herausg. von Hans Kraemer III. Bd. Die Erforschung des Weltalls v. W. Foerster pag. 150.

gekämpft, der erste durch die Grundlegung der Mechanik und die Erfindung des nach ihm benannten Fernrohres, der andere durch sein geniales geometrisches Denken. Von diesen beiden großen Naturforschern ist der gleichzeitig lebende Descartes bis zu einem gewissen Grade abhängig. Galilei ging diesem in der Lehre von der Subjektivität der Sinnesqualitäten und in „der Betrachtung der ganzen Natur als eines Mechanismus“ [1] voran; Kepler stellte „pythagorisierend den ästhetischen Begriff der Weltharmonie“ [2] an die Spitze seiner astronomischen Untersuchungen und gelangte durch seine geometrische Konstruktionsweise zu einer neuen Weltanschauung, welche die gewaltige Kluft überbrückt, die zwischen der teleologischen ästhetischen Weltanschauung der griechischen Denker und der mathematisch-mechanischen Naturerklärung Descartes besteht.[3]

Hand in Hand mit diesen gewaltigen Umwälzungen in der Astronomie gehen die philosophischen Ansichten jener Zeit. Schon in Nicolaus v. Kues waren die Grundbegriffe der modernen Anschauung: „Unendlichkeit des Universums, der Zusammenhang alles Seienden und der allumfassende Reichtum der Individualität“ [4] konzentriert. Die italienische Naturphilosophie, die ihren Höhepunkt in Giordano Bruno erreichte, zeigte jeder künftigen Kosmogonie neue Bahnen. Folgendes

1) Fr. Überweg, Grundriß der Gesch. d. Philosophie, III. Teil, 9. Aufl. 1901 pag. 40.

2) Fr. Überweg, Grundriß d. Gesch. d. Phil., III. Teil, 9. Aufl. 1901 pag 56.

3) Nach Apelt: Joh. Keplers astronomische Weltansicht. Leipzig 1849, pag. 7.

4) Rich. Falckenberg: Geschichte der neueren Philosophie von Nic. v. Cusa bis zur Gegenwart. 4. Aufl. Leipzig 1902, pag. 22.

ist das großartige Weltbild dieses kühnen Denkers:[1] Die Erde umkreist samt den anderen Planeten die Sonne. Das Sonnensystem ist nur eins unter den unzählig vielen Weltsystemen, die sich in einem allumfassenden Äther befinden. Dieser Äther durchdringt alle Körper, alles ist in ihm, er selbst ist unbegrenzt. Er ist der Träger aller Körper und pflanzt die Wirkungen aller Naturkräfte fort. Diese wirken nach Gesetzen. Auch die Kometen und viele andere Planeten, die sich wegen ihrer unermeßlichen Entfernung unserer Wahrnehmung entziehen, gehorchen der überall im Universum herrschenden gesetzmäßigen Ordnung. Das ganze Universum ist sowohl der Zeit als auch dem Raume nach unendlich, die Entwicklung der Natur hört nimmer auf; denn die Fülle der Formen, die in der Materie schlummern, ist unerschöpflich.

Freilich war dieses kühne Weltbild Brunos den phantasievollen Ideen eines spekulativen Kopfes entsprungen, aber es wurde durch die später erfolgenden Entdeckungen mittelst des immer verbesserten Teleskopen doch wenigstens teilweise bestätigt und so wissenschaftlich gerechtfertigt. Kurz nach dem Tode Brunos (1600) fand man, wie schon erwähnt, mit Hilfe des Teleskopen die vier Trabanten des Jupiter, der sich, selbst rotierend, als Zentrum anderer Systeme zeigte. Die Sonnenflecken wurden beobachtet und eine Topographie des Mondes entworfen. Das war die Situation, in die Descartes eintrat, als er seine kosmische Hypothese aufstellte.

1) De la causa, principio et uno, Venedig 1584, dtsch v. Ad. Lasson, 2. Aufl. 1889. De l'infinito, universi et mondi, übers. v. L. Kuhlenbeck 1893. Ein rhetorisches Gemälde von Bruno zeichnet H. Brunnhofer: Brunos Weltanschauung und Verhängnis, 1882.

Teil I.

Darstellung der Weltentstehungshypothese Descartes'.

Die Kosmogonie Descartes' findet sich in seinen Prinzipien der Philosophie,[1] die in vier Teile zerfallen: de principiis cognitionis humanae, de principiis rerum materialium, de mundo aspectabili, de terra. Im ersten Teil wiederholt Descartes in synthetischer Entwickelung die in den Meditationen aufgestellten Prinzipien seines philosophischen Systems. Um sich vor der Annahme alles Falschen zu hüten, läßt er Alles als ungewiß dahingestellt, woran sich auch nur der leiseste Zweifel heften könnte. In dem Meere des allgemeinen Zweifels gibt es nur einen festen Punkt, nämlich die Selbstgewißheit des denkenden Ich. Cogito, ergo, sum ist die erste und gewisseste aller Erkenntnisse. Sie ist eine klare und deutliche Erkenntnis, und alles, was ebenso klar und deutlich ist wie das cogito, ergo sum, ist wahr und wirklich. Von diesem absolut festen Punkt aus ergibt sich durch richtiges Schlußverfahren eine allem Zweifel enthobene Erkenntnis Gottes. Gott allein kommt das unendliche Sein (infinitum) zu und ist von dem

1) Wir zitieren noch: Renati Descartes Principia Philosophiae Amstelodami, apud Ludovicum Elzevirium, 1644.

grenzenlosen Sein (indefinitum) wohl zu unterscheiden. Gott ist das unendliche Wesen, ewig und allmächtig, die Quelle alles Guten und Wahren, der Schöpfer und Erhalter aller Dinge. Diese existieren nur durch die beständige Beihilfe Gottes.[1]

Im zweiten Buche seiner Prinzipien stellt Descartes seine kosmogonischen Grundbegriffe, Materie und Bewegung, auf und erst im dritten und vierten Buche geht er auf die eigentliche Lehre von der Bildung des Universums ein, in der er sich von allen Überlieferungen losreißt und mit Ausschluß der Zwecke die wirkenden Ursachen im entstehenden Universum zu ergründen sucht.[2]

Kap. I. Die Materie.

Im Anfang erschuf Gott einen qualitativ gleichartigen chaotischen Urstoff, die Materie. Dieser dürfen keine sinnlichen Qualitäten, wie die der Härte, Farbe, Schwere, Kälte, Wärme u. s. w., auch keine inneren Zustände beigelegt werden.[3] Ihr Grundwesen ist allein die Ausdehnung, die Gegenstand der reinen mathematischen Anschauung ist. Diese Ausdehnung hat keine anderen Unterschiede als die der Länge, Breite und Tiefe.[4] Ihre Unterschiede sind lediglich die räumlichen Dimensionen. Also sind Ausgedehntes und Raum identisch. Da nun jeder Körper eine begrenzte Raumgröße ist, so ist auch

1) princ. philosophiae I, 1—7, 14, 43, 45, 51.

2) princ. philos. I, 28.

3) princ. philos. II, 4.

4) Quod agentes, percipiemus naturam materiae, sive corporis in universum spectati, non consistere in eo quod sit res dura, vel ponderosa, vel colorata, vel alio aliquo modo sensus afficiens; sed tantum in eo, quod sit res extensa in longum, latum et profundum, princ. philosophiae II 4.

Körper und Ausdehnung dasselbe. Gegen diesen Satz könnte man, sagt Descartes, zwei Bedenken erheben, nämlich erstens, daß dieselbe Quantität der Materie nicht immer dieselbe Ausdehnung zu haben brauche, daß sie sich infolge einer Verdünnung oder Verdichtung mehr oder weniger ausdehnen könne, und zweitens könnte man einwenden, daß es eine Ausdehnung ohne Körper, also einen leeren Raum gäbe.[1] Der erste Einwand ist hinfällig, wenn man bedenkt, daß jede Verdünnung und Verdichtung eines Körpers nur eine Gestaltsveränderung ist und nicht etwa eine Vermehrung oder Verminderung der Ausdehnung; denn tatsächlich sind nur die Poren des Körpers, die nicht zu seiner Ausdehnung gehören, vergrößert oder verkleinert worden. So ist z. B. ein von Wasser ausgedehnter Schwamm nicht größer als vorher, da er trocken und zusammengeschrumpft war; nur seine Poren sind durch das Wasser ausgedehnter geworden.[2] Ebenso ist der zweite Einwand hinfällig. Es gibt kein Leeres,[3] sagt Descartes, weil die Ausdehnung des Raumes von der Ausdehnung des Körpers nicht verschieden ist. Da nun einerseits Ausdehnung und Materie, andererseits das Ausgedehnte und der Raum identisch sind und dem Nichts keine Ausdehnung beigelegt werden darf, so ist ein Raum ohne Materie, also ein Leeres, ein Widerspruch in sich. Zur Erläuterung dieses Gedankens führt Descartes folgendes Beispiel an. Ein Gefäß, in dem nur Luft ist, nennen wir im täglichen

1) princ. philos. II, 5.

2) princ. philos. II, 6.

3) Vacuum autem philosophico more sumptum, hoc est, in quo nulla plane sit substantia, dari non posse manifestum est. princ. phil. II, 16.

Leben leer, oder wir sagen auch, es befindet sich Nichts darin. Im philosophischen Sinne dagegen können wir hier von einer Leere nicht sprechen; denn wäre das Gefäß absolut leer, so müßten sich die Wände desselben berühren, da dem Nichts keine Ausdehnung zukommt, es gäbe keine Configuration und kein Gefäß mehr.[1] Wo Raum ist, ist also auch Materie. Wir haben demnach das Ergebnis: Ausgedehntes = Raum = Materie.

Nun kann jeder gegebene Raumteil, also auch jedes Stoffpartikelchen, so klein es auch sein mag, in immer kleinere Teilchen zerlegt werden. Das ist eine klare und deutliche Vorstellung und ihr Inhalt deshalb wirklich. Wollten wir dennoch annehmen, die Materie sei nicht endlos teilbar, und es habe in der Absicht Gottes gelegen, eine Teilung der Materie nur bis zu einer gewissen Grenze zuzulassen, so würde diese Grenze nur für seine Geschöpfe gelten. Ihm selbst wäre die endlose Teilung stets möglich, es sei denn, er nähme sich selbst die Macht dazu. Das ist aber ein Widerspruch in sich; denn ein allmächtiges Wesen, das seine Allmacht beschränkt, ist undenkbar. Es sind also die kleinsten Teilchen der Materie immer noch teilbar; d. h. es gibt keine Atome; es ist vielmehr die Teilung dieser Stoffpartikelchen immer noch durch Gott denkbar.[2] Wie der Teilbarkeit in kleinste Teilchen keine Grenzen zu setzen sind, so gibt es auch für das Ganze der Welt, der körperlichen Substanz, keine absolute Grenze der Ausdehnung; denn wo wir auch eine solche Grenze setzen, stellen wir uns immer noch einen Raum vor, der sich über diese Grenze hinaus

1) princ. philos. II, 17, 18.
2) princ. philos. II, 20.

ausdehnt. Die Klarheit und Deutlichkeit dieser Vorstellung leistet uns Garantie für die Wirklichkeit ihres Inhaltes. Es muß also die Ausdehnung und mithin auch der Raum und die ganze Körperwelt schlechterdings grenzenlos gedacht werden.[1]

Da es kein Leeres gibt, so ist das Ausgedehnte nirgends unterbrochen und bildet deshalb ein Kontinuum. Daher gibt es nur eine Körperwelt und eine Materie, die sich endlos durch das Universum erstreckt. Die Teile des Ausgedehnten können getrennt und verbunden werden und dadurch verschiedene Formen und Figuren bilden. Die Trennung und Verbindung selbst ist Bewegung der materiellen Teile, also ist das Ausgedehnte teilbar, fähig, alle denkbaren Gestalten anzunehmen und beweglich.[2]

Die bisher erlangten Ergebnisse inbetreff des Wesens der Materie können wir in folgende Formel zusammenfassen:

Die Materie ist in ihrer Gesamtheit ein physisches, endloses Kontinuum, dem die Modifikationen der Teilung, Gestaltung und Bewegung zukommen.

Nam plane profiteor,[3] sagt Descartes, me nullam aliam rerum, corporearum materiam agnoscere, quam illam omnimode divisibilem, figurabilem et mobilem, quam Geometrae quantitatem vocant, et pro objecto suarum demonstrationum assumunt; ac nihil plane in ipsa considerare, praeter istas divisiones, figuras et motus, nihilque de ipsis ut verum admittere, quod non ex communibus illis notionibus,

1) princ. philos. II, 21.
2) princ. philos. II, 22, 23.
3) princ. philos. II, 64.

de quarum veritate non possumus dubitare, tam evidenter deducatur, ut pro Mathematica demonstratione sit habendum. Et quia sic omnia Naturae Phaenomena possunt explicari, ut in sequentibus apparebit, nulla alia Physicae principia puto esse admittenda, nec alia etiam optanda.

Kap. 2. Die Bewegung.

Jede Veränderung der Materie ist Bewegung. Unter Bewegung eines Körpers oder eines Teiles desselben versteht Descartes eine Ortsveränderung in bezug auf die unmittelbare Umgebung. Der Ort des Körpers ist nämlich der Raum, den dieser in bezug auf andere einnimmt. Die Bewegung eines Körpers ist seine Überführung aus der Umgebung derjenigen Körper, die ihn unmittelbar berühren und als ruhend gedacht gelten, in die Nachbarschaft anderer.[1] Eine solche Ortsveränderung ist stets relativ zu fassen. Wenn nämlich ein Körper A aus der Nachbarschaft des Körpers B fortgeführt wird, so kann man sich das nur in der Weise vorstellen, daß auch letzterer aus der Nachbarschaft des ersteren fortgeführt wird.[2]

Aus diesem Begriffe der Bewegung folgt nun, daß im strengen Sinne einem Körper nur eine einzige Bewegung eigen sein kann, da er in demselben Zeitpunkt nur aus der Nachbarschaft ganz bestimmter, ihn be-

1) motum esse translationem unius partis materiae, sive unius corporis ex vicinia eorum corporum, quae illud immediate contingunt et tamquam quiescentia spectantur, in viciniam aliorum. princ. philos. II, 25.

2) princ. philos. II, 29.

rührender Körper fort- oder in dieselbe hingeführt werden kann; [1] gleichwohl kann derselbe an verschiedenen anderen Bewegungen teilnehmen, wie z. B. das Räderwerk einer Taschenuhr, das eine bestimmte eigene Bewegung hat und dabei noch an der fortschreitenden Bewegung seines Besitzers, der sich in der Kajüte eines Schiffes befindet, teilnimmt, mit ihm an der Bewegung des Schiffes, mit diesem an der des Meeres, mit diesem an der Achsendrehung der Erde u. s. f.[2] Jede einem Körper anhaftende Bewegung kann selbst aus vielen Bewegungen zusammengesetzt sein, die gleichsam die Faktoren derselben bilden, wie das der Fall ist, wenn zwei Kräfte in verschiedener Richtung auf einen Punkt wirken und dieser sich dann in der Diagonale des Kräfteparallelogramms bewegt.[3] Wenn ein Körper seinen Ort verläßt und an einen anderen wandert, so vertreibt er natürlich den dort befindlichen Körper. Dieser ist dann genötigt, seinen Ort zu verlassen und wieder einen anderen Körper zu vertreiben u. s. f.; es entsteht auf diese Weise eine Körperwanderung, die eine kreisende Richtung beschreibt, weil ihr letztes Glied in denjenigen Ort eintritt, den ihr erstes verlassen hat. Da es nämlich keinen leeren Ort gibt, muß mit jeder Ortsveränderung eine geschlossene Kreisbewegung entstehen.[4]

Die erste Ursache der Bewegung kann nur in Gott gesucht werden als der unendlichen Substanz, von der die endlichen abhängen. Diese sind aber nur beweglich und besitzen nicht die Fähigkeit, von selbst in den Be-

1) princ. philos. II, 28.
2) princ. philos. II, 31.
3) princ. philos. II, 32.
4) princ. philos. II, 33.

wegungszustand überzugehen. Gott hat die Materie im Zustande der Bewegung erschaffen und den einzelnen Partikelchen ursprünglich eine bestimmte Bewegungsgröße gegeben; denn die erste Ursache ist die Ursache aller Wirklichkeit, daher Erzeugerin der Bewegung in der physischen Welt. Nun muß die Gottheit, als der Veränderlichkeit entrückt, ihre Unveränderlichkeit und Beständigkeit den Bewegungen im Universum mitteilen. Diese vollziehen sich nach Gesetzen und zwar so, daß ihre Gesamtsumme stets konstant bleibt.' Die Summe der Bewegung im Universum ist also eine konstante Größe, während die Bewegungsgrößen der einzelnen Teilchen variabel sind.[1] So stellt Descartes das große Prinzip von der Konstanz der Bewegungsgröße im Universum auf. Hier liegt der Anfang der Erwägungen, die zu dem Satze von der Erhaltung der Energie geführt haben.

Alle Naturgesetze sind Bewegungsgesetze, deren Descartes drei aufstellt: 1. das Gesetz von der Beharrung des Zustandes der Ruhe und der Bewegung, 2. das Gesetz von der gradlinigen Fortbewegung und 3. das Gesetz von der Mitteilung der Bewegung.

I. Naturgesetz.

Das Gesetz von der Beharrung des Zustandes der Ruhe und der Bewegung.

Jeder Körper verharrt in dem Zustande, in dem er sich befindet, und verändert ihn niemals ohne äußere Ursache.[2] Sonach geschieht die Abänderung seiner Be-

1) princ. philos. II 36.

2) Herum (legum) prima est: Unamquamque rem, quatenus est simplex et indivisa, manere quantum in se est in eodem semper statu, nec unquam mutari nisi a causis externis. princ. philos. II 37.

wegung nach ihrer Größe und Richtung, ferner der Übergang von Bewegung in Ruhe und umgekehrt von Ruhe in Bewegung durch die Einwirkung eines anderen Körpers. Der Körper an und für sich verharrt in der Richtung und Größe der Bewegung, die ihm eigen ist. Nur eine Gegenwirkung, wie sie etwa durch das Medium der Luft oder durch den Anstoß eines anderen Körpers hervorgerufen wird, kann seine Bewegungsgröße allmählich abnehmen lassen, bis sie sogar gänzlich verschwinden kann. Der Körper geht dann in den Zustand der Ruhe über. Es ist nämlich kein Grund vorhanden, zu denken daß die Bewegung oder Ruhe von selbst aufhören sollte. Auch ist die Ruhe der Bewegung entgegengesetzt, und sie kann nichts aus ihrer Natur zu ihrem Gegenteil oder zur Zerstörung ihrer selbst beitragen.[1]

II. Naturgesetz.

Das Gesetz von der gradlinigen Fortbewegung.

Jeder Teil der Materie strebt danach, sich in grader Linie zu bewegen, d. h. die Richtung, die er bei Beginn seiner Bewegung angenommen hat, beizubehalten.[2] Dieses zweite wichtige Gesetz der Mechanik beweist Descartes folgendermaßen: Die Bewegung in grader Linie folgt aus der Unveränderlichkeit der Gottheit, da kein Grund vorhanden ist, weshalb der sich bewegende Körper seine Richtung ändern soll. Die Richtung, welche in einem gegebenen Zeitteilchen ein Körper von einem Punkte A zum Punkte B nimmt, muß in dem nächsten Zeitmoment

1) quies enim motui est contraria, nihilque ad suum contrarium, sive ad destructionem sui ipsius, ex propria natura ferri potest, princ. philos. II 37.

2) princ. philos. II 39.

festgehalten werden; denn das ist das einfachste Verhältnis der Bewegung.[1]

III. Naturgesetz.

Das Gesetz von der Mitteilung der Bewegung.

Da es keinen leeren Raum gibt, so muß ein Körper, sobald er in den Bewegungszustand übergeht, einen anderen Körper stoßen. Bei diesem Zusammenstoß erfährt er notwendig vom anderen einen Widerstand, der entweder größer oder kleiner ist, als seine eigne Kraft. Im ersten Falle wird der bewegte Körper zur Rückkehr genötigt, er wird nur seine Richtung, nicht aber seine Bewegungsgröße ändern; im zweiten Falle wird er den andern mit sich fortreißen. Da nun die Bewegungsquantität, d. h. das Produkt m v, unter m die Masse und unter v die Geschwindigkeit derselben verstanden, konstant bleibt, so wird der bewegte Körper dem andern soviel von seiner Geschwindigkeit mitteilen, als er selbst verliert.[2]

In diesem dritten Gesetze sind alle besonderen Ursachen der in den Körpern eintretenden Veränderungen enthalten. Descartes unterscheidet sieben Fälle beim Zusammenstoß und stellt demgemäß sieben Regeln auf, nach denen die Veränderung, die aus dem Zusammenstoß erfolgt, eintreten soll. Diese sieben Regeln lassen sich, wie Kuno Fischer will,[3] nach bestimmten Gesichtspunkten ordnen. Entweder erfolgt der Zusammenstoß in entgegengesetzter Richtung, oder beide Körper kommen

1) princ. philos. II 39.

2) princ. philos. II 40.

3) Kuno Fischer, Geschichte der neuern Philosophie, Jubiläumsausgabe 4. Aufl. Heidelberg, 1897. Tl. I. pag. 348. 349.

aus gleicher Richtung, wobei angenommen ist, daß beide Körper bewegt sind. Dann aber kann auch der Fall eintreten, daß der eine der beiden Körper ruht und nur der andere Körper sich bewegt. Unter diesen Gesichtspunkten betrachtet lauten die sieben Regeln:

1. Bewegen sich zwei gleiche Körper B und C mit gleichen Geschwindigkeiten, B von rechts nach links (≺), C von links nach rechts (≻) kommend, so prallen beide Körper nach erfolgtem Zusammenstoß ohne Geschwindigkeitsverlust zurück, B nach rechts (≻), C nach links (≺—).[1]

2. Ist B ein wenig größer als C und finden sonst dieselben Bedingungen wie vorher statt, so wird nur der Körper C zurückprallen und beide Körper werden nach links (≺), d. h. in der Richtung des größeren Körpers sich bewegen. Beide Körper werden sich alsdann mit gleicher Geschwindigkeit bewegen.[2]

3. Sind beide Körper an Masse gleich, die Geschwindigkeit von B etwas größer als die von C, so werden beide Körper nach dem Zusammenstoße nach links (≺) sich fortbewegen und der Körper B wird die Hälfte derjenigen Geschwindigkeit an C abgeben mit der er C übertrifft; z. B. falls B vor dem Zusammenstoß sechs Grade Geschwindigkeit besaß, C dagegen nur vier Grade, so werden beide Körper nach der Bewegung mit einer Geschwindigkeit von je fünf Graden nach links sich bewegen.[3]

---

1) princ. philos. II 46.
2) princ. philos. II 47.
3) princ. philos. II 48.

4. Nunmehr ruhe der Körper C, der etwas größer sei als B. Mit welcher Geschwindigkeit sich auch immer der Körper B gegen den ruhenden Körper C bewegt, so wird er doch niemals letzteren in Bewegung setzen, sondern er wird von ihm in die entgegengesetzte Richtung zurückgestoßen werden. Denn ein ruhender Körper widersteht einer schnellen Bewegung mehr als einer langsamen und zwar nach Verhältnis des Größenunterschiedes beider Körper. Deshalb ist die Widerstandskraft des Körpers C größer als die Stoßkraft des Körpers B.[1]

5. Wenn der ruhende Körper C kleiner als B ist, so wird der Körper B, wenn er sich auch noch so langsam gegen C bewegt, diesen mit in Bewegung setzen, indem er ihm so viel von seiner Bewegung mitteilt, daß beide sich dann gleich schnell bewegen. Wäre beispielsweise der Körper B doppelt so groß als der Körper C, so würde er den dritten Teil seiner Bewegung an den Körper C abgeben; denn dieses eine Drittel würde den Körper C so schnell bewegen, wie die beiden anderen Drittel den doppelt so großen Körper B. Dieser würde sich also nach der Begegnung mit C um ein Drittel langsamer als vorher bewegen, d. h. er würde zu einer Bewegung durch zwei Fuß jetzt ebensoviel Zeit brauchen als vorher durch drei Fuß. Ebenso würde, wenn der Körper B dreimal so groß als C wäre, er den vierten Teil seiner Bewegung an den Körper C abgeben, u. s. f.[2]

6. Wenn beide Körper B und C gleich groß sind, und wenn der Körper B sich gegen den Körper C be-

1) princ. philos. II 49.
2) princ. philos. II 50.

wegt, so wird durch den Zusammenstoß der Körper C in der Stoßrichtung fortbewegt, der Körper B aber rückwärts gestoßen; käme z. B. der Körper B mit 4 Grad Geschwindigkeit gegen den Körper C, so würde er dem Körper C einen Grad davon mitteilen und mit den drei übrigen nach der entgegengesetzten Richtung zurückweichen.[1]

7. Schließlich nehmen wir an: Die beiden Körper bewegen sich nach derselben Richtung, der Körper C langsamer als der Körper B, welcher dem Körper C folgt, so daß er diesen schließlich erreicht; ferner sei der Körper C größer als der Körper B, aber das Mehr an Geschwindigkeit des Körpers B größer als das Mehr an Größe des Körpers C; unter diesen Voraussetzungen wird bei einem Zusammenstoß der beiden Körper der Körper B soviel von seiner Bewegung dem Körper C mitteilen, daß beide mit gleicher Geschwindigkeit sich nach derselben Richtung bewegen. Wäre aber umgekehrt das Mehr von Geschwindigkeit des Körpers B kleiner als das Mehr von Größe des Körpers C, so würde der Körper B nach der entgegengesetzten Richtung zurückprallen, ohne etwas an Bewegungskraft einzubüßen, z. B. wenn der Körper C doppelt so groß ist als der Körper B und der Körper B nicht noch einmal so schnell als der Körper C sich bewegt, so wird der Körper B bei der Begegnung den Körper C nicht fortstoßen, sondern selbst zurückprallen. Ist seine Geschwindigkeit aber mehr als doppelt so groß, so wird er den Körper C fortstoßen. Wenn der Körper C nämlich nur zwei Grade Geschwindigkeit, der Körper B aber deren fünf

1) princ. philos. II 51.

hätte, so würde letzterer dem Körper C zwei Grade von seiner Geschwindigkeit mitteilen und in diesem nur einen Grad bewirken, weil der Körper C doppelt so groß als B ist. Unter diesen Umständen werden sich dann beide Körper mit drei Grad Geschwindigkeit fortbewegen.[1]

Die Hydromechanik. Feste und flüssige Körper.

Die flüssigen Körper unterscheiden sich von den festen durch die leichtere Verschiebbarkeit ihrer Teilchen. Diese leichtere Verschiebbarkeit und Trennbarkeit der kleinsten Teile der Materie wird dadurch bewirkt, daß sie durchgängig bewegt sind. Bei festen Körpern jedoch hängen die Teilchen so fest zusammen, daß ihr Zusammenhang nur durch eine gewisse Kraft zerstört werden kann. Die Teilchen der festen Materie befinden sich nebeneinander in ruhendem Zustande. Dem Gegensatz von Ruhe und Bewegtheit der kleinsten Teile entspricht also der Unterschied der festen und flüssigen Körper. Daher befindet sich die Gesamtheit der Materie im festen oder flüssigen Zustande. Andere Aggregatzustände der Materie gibt es nicht; denn diese kann nur im Zustande der Ruhe oder Bewegung sein.[2] Die festen Körper sind nicht durch den leeren Raum getrennt, sondern zwischen ihnen befinden sich flüssige Körper.[3] Befindet sich nun ein fester Körper in einer flüssigen Masse, z. B. im Wasser, so wird er infolge der steten

1) princ. philos. II 52. Diese sieben Regeln des Stoßes sind zum größten Teile falsch, worauf wir später zurückkommen werden. Wir haben sie nur deshalb hier genauer angeführt, weil dies, soviel wir wissen, die erste vollständige Stoßtheorie ist, die wir besitzen.

2) princ. philos. II 54, 55.

3) princ. philos. II 56, 57.

Beweglichkeit der flüssigen Materie von allen Seiten gleichmäßig nach jeder Richtung hinbewegt, also in einem schwebenden Gleichgewicht gehalten. Tritt nun in der Flüssigkeit eine Bewegung auf, welche sie nach einer bestimmten Richtung hintreibt, so wird natürlich der in ihrer Mitte befindliche Körper von dem herrschenden Strome mit fortgetragen, er treibt in derselben Strömung wie die Teile der Flüssigkeit, die ihn umgeben, er bleibt also in derselben Nachbarschaft und verändert demnach seine Umgebung nicht, weshalb wir sagen können, der feste Körper ruht.[1]

Kap. 3. Einrichtung und Entstehung des Universums.

Nachdem Descartes im zweiten Buche seiner Prinzipien die kosmogonischen Grundbegriffe, Materie und Bewegung aufgestellt hat, geht er im dritten Buche auf die eigentliche Lehre von der Bildung des Universums genauer ein. Zunächst schickt er einige Bemerkungen über die Einrichtung desselben im allgemeinen nach dem Standpunkte der damaligen Wissenschaft voraus. Nach seinen Angaben ist der Mond ungefähr dreißig Erddurchmesser von der Erde entfernt, die Sonne dagegen 600—700 Erddurchmesser. Ein Vergleich dieser Entfernungen mit den scheinbaren Durchmessern der Sonne und des Mondes zeigt, daß der Mond viel kleiner ist als die Erde, die Sonne aber bei weitem größer.[2] Die Entfernung des Merkur von der Sonne beträgt mehr

1) princ. philos. II 61. 62. Dieses hydromechanische Prinzip findet später gelegentlich der Erklärung der Bewegung der Planeten um die Sonne seine Anwendung vergl. pag. 39.

2) princ. phil. III 5.

als 200 Erddurchmesser, die der Venus mehr als 400, die des Mars 900 oder 1000, die des Jupiter 3000, oder mehr und schließlich die des Saturn 5000 oder 6000 Erddurchmesser.[1] Die Entfernung der Fixsterne dagegen ist so ungeheuer groß, daß der Saturn im Vergleich zu ihr als nahe angesehen werden kann. Aus der Annahme einer so ungeheuren Entfernung folgt, daß der Mond und die Erde, vom Jupiter oder Saturn aus gesehen, viel kleiner erscheinen werden, als Jupiter und Saturn von der Erde aus gesehen; selbst die Sonne würde für einen Beobachter, der seinen Standpunkt auf irgend einem Fixstern hätte, nicht größer erscheinen, als uns die Fixsterne von der Erde aus. Daher sind der Mond, die Erde und die Sonne nicht größer als die übrigen Sterne anzunehmen.[2]

Die Gestirne unterscheiden sich von einander nicht nur durch ihre Größe, sondern auch dadurch, daß einige mit eignem, andere dagegen mit fremdem Lichte leuchten. Zu ersteren gehört die Sonne; sie hat ihr Licht in sich; denn ein so stetes Licht, mit dem sie leuchtet, kann sie von allen Fixsternen insgesammt nicht erhalten, da diese zusammen nicht so viel Licht wie die Sonne zu uns senden und doch von uns nicht weiter als von der Sonne entfernt sind. Ein anderer so intensiv strahlender Körper wie die Sonne, von dem letztere ihr Licht empfinge, ist auch nicht vorhanden. Wäre dies der

1) princ. phil. III 6. Hier zählt Descartes die in seiner Zeit bekannten Planeten: Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter und Saturn, auf; Uranus und Neptun konnten ihm noch nicht bekannt sein, da ersterer erst von Wilh. Herschel im Jahre 1781 und letzterer von Galle in Berlin im Jahre 1846 entdeckt wurde.

2) princ. phil. III 7, 8.

Fall, so müßte man ihn offenbar wahrnehmen. Ebenso wie die Sonne sind auch die anderen Fixsterne selbstleuchtend; denn trotz ihrer ungeheuren Entfernungen von der Erde und der Sonne ist ihr Leuchten noch verhältnismäßig intensiv.[1] Die Planeten dagegen senden nur geborgtes Licht zu uns, wie z. B. der Mond, was wir daraus schließen können, daß wir diesen nur an der Seite leuchten sehen, die der Sonne zugewendet ist. Diese Annahme ist auch durch die Beobachtung an der Venus mit Hilfe der Ferngläser bestätigt worden und wird auch an dem Merkur, Mars, Jupiter und Saturn zu machen sein, da ihr Licht schwächer als das der Fixsterne und ihre Entfernung von der Sonne nicht so groß ist, als daß sie nicht von dieser beleuchtet werden könnten.[2] Schließlich ist auch die Erde kein selbstleuchtender Stern; denn sie besteht aus dunklen Körpern, die ebenso intensiv wie der Mond die von der Sonne empfangenen Lichtstrahlen reflektieren; denn wenn die Erde in Wolken eingehüllt ist, so sieht man diese doch, falls sie die Sonne bescheint, ebenso hell wie den Mond glänzen, woraus man schließen kann, daß die Erde hinsichtlich ihres Lichtes sich von den anderen Planeten nicht unterscheidet. Es ist daher die Erde zu den Planeten zu rechnen, die Sonne aber zu den Fixsternen.[3] Ein weiterer Unterschied zwischen beiden Arten von Gestirnen besteht darin, daß die Fixsterne immer ihre gegenseitige Entfernung und Stellung zu einander bewahren, die anderen aber ihre Stellung am Himmel zu einander

1) princ. phil. III 9.
2) princ. phil. III 10.
3) princ. phil. III 11—13.

fortwährend ändern, weshalb sie auch Planeten oder Wandelsterne heißen.[1]

Die Bewegung der Planeten zu erklären, ist sehr schwierig, wie folgender Vergleich zeigt. Stellen wir uns vor, wir befänden uns in einem Schiffe auf offener See und sähen andere entferntere Schiffe in ihrer Lage zu einander sich ändern, dann werden wir zweifeln, welchem von jenen Schiffen wir die Bewegung beilegen sollen und ob nicht auch unser Schiff sich bewegt. Dieselbe Schwierigkeit zeigt sich auch bei der Erklärung der Planetenbewegung; daher haben die Astronomen verschiedene Hypothesen aufgestellt, welche dartun sollen, wie dieselbe zu verstehen ist.[2] Descartes zählt nun die ihm bekannten Weltsysteme auf: Das von Ptolemäus, von Kopernikus und von Tycho Brahe. In bezug auf das erstere schließt er sich dem allgemeinen Verwerfungsurteil an,[3] die beiden anderen aber entsprechen nach seiner Meinung in gleicher Weise den Erscheinungen, nur ist das Kopernikanische etwas einfacher und klarer als das Tychonische. Descartes ist aber nicht damit zufrieden, die Bewegung der jetzt vorhandenen wahrnehmbaren Weltkörper sich erklären zu können, er will tiefer gehen und sich die Entstehung dieses Weltsystems nach einfachen Prinzipien verständlich machen.[4]

1) princ. phil. III 14.

2) princ. phil. III 15.

3) Das ptolemäische System war neben vielen anderen Gründen auch deshalb von der Wissenschaft aufgegeben worden, weil es der Zu- und Abnahme der teleskopisch entdeckten Lichtphasen der Venus widersprach. (Vergl. K. Fischer. Gesch. d. n. Phil. Heidelberg 1897 pag. 353.) Descartes schließt sich dieser neueren Forschung in princ. phil. III 16 an.

4) princ. phil. III 16, 17.

Als Anfangszustand des Universums ist nicht ein Chaos anzunehmen, da ein solches mit der höchsten Vollkommenheit des Weltschöpfers nicht so gut verträglich zu sein scheint wie die gleichmäßige Anordnung der Teile der Materie und die Verteilung von Ruhe und Bewegung derart, daß aus diesem Anfangszustande die jetzige Ordnung und Einrichtung des Universums nach einfachen und klar erkannten Naturgesetzen abgeleitet werden kann.[1] Daher kann man annehmen, daß im Anfange alle Stoffteilchen sowohl an Größe als auch an Bewegung einander gleich waren. Ihre Gestalt aber war nicht kugelförmig, wie man vielleicht nach dem Prinzip der Einfachheit[2] denken könnte, sondern eckig, da sie als Kugel nicht den ganzen Raum hätten vollständig ausfüllen können. Diese Stoffmenge befand sich nun in Wirbelbewegung,[3] d. h. es bestanden viele

1) Etsi enim forte etiam ex Chao per leges Naturae, idem ille ordo qui jam est in rebus deduci posset. idque olim susceperim explicandum; quia tamen confusio, minus videtur convenire cum summa Dei rerum creatoris perfectione, quam proportio vel ordo. et minus distincte etiam a nobis percipi potest; nullaque proportio, nullusve ordo simplicior est, et cognitu facilior, quam ille, qui constat omnimoda aequalitate etc. princ. philos. III 47.

2) So wollen wir jenes Prinzip Descartes', alles natürlich und einfach zu erklären (conf. vor. Fußnote), bezeichnen. Dieses „Prinzip der Einfachheit" spielt bei Descartes eine wichtige Rolle.

3) Da Descartes seiner Materie von Natur keine Kraft innewohnen läßt, so war keine andere Hypothese möglich als die Wirbeltheorie, (vergl. Rosenberger, Gesch. d. Physik, Braunschweig 1882. Tl. I pag. 109 110) mit der er sowohl die Entstehung der Planeten, als auch ihre Bewegung um die Sonne erklären konnte. Übrigens war die Idee einer Wirbeltheorie nicht neu. Die ersten Spuren einer solchen Theorie finden wir schon im Altertum bei den Atomisten Demokritus und Leucippus, welche die Entstehung der Weltkörper auf eine Wirbelbewegung der Atome zurückführten. Eine genauere Beschreibung der Vorgänge, die sich bei der Wirbelbewegung ab-

einzelne Wirbel nebeneinander, ebenso wie ein Wasserstrudel noch unzählig viele Nebenstrudel haben kann. Infolge der rotierenden Bewegung mußten die Ecken der Stoffteilchen sich aneinander abschleifen und allmählich so runde Kügelchen entstehen. Die dadurch hervorgebrachten Zwischenräume werden aber von den abgeriebenen Teilchen, die gleichsam den Abfall bilden, ausgefüllt werden. Diese befinden sich in sehr schneller Bewegung und müssen sich in immer kleinere Stücke zersplittern und so jeden Winkel ausfüllen.[1] Diese letzteren Stoffteilchen von unendlicher Kleinheit nennt Descartes Elemente erster Ordnung; aus ihnen entstehen Sonne und Fixsterne. Die im Vergleich zu den sichtbaren Körpern ebenfalls noch sehr kleinen kugelförmigen Körper sind die Elemente zweiter Ordnung, aus denen der Himmel besteht, daher auch Himmelsmaterie genannt.

---

spielten, scheint sich aber weder bei Demokritus noch bei Leucippus gefunden zu haben, (vergl. E. Zeller, die Philosophie der Griechen in ihrer geschichtlichen Entwickelung dargestellt. V. Aufl. Leipzig 1892, Tl. I,2 pag. 887—888). Im Anschluß an Demokritus ließen auch die Epicureer die Zusammenhäufung von Atomen und dadurch die Bildung der Weltkörper durch Wirbelbewegung entstehen. Descartes selbst schließt sich hier, wie Joh. Fischer, Geschichte der Naturwissenschaften, Göttingen 1802 pag. 27 28 vermutet, an Jordanus Bruno an. Daselbst heißt es: „Eine geringe Vergleichung der von Brunus vorgetragenen Prinzipien mit denen des Cartesius ergibt hinlänglich, daß beide sehr mit einander übereinstimmen. Daher vermuten einige, Cartesius habe die Schrift des Brunus (de innumerabilibus, immenso et infigurabili, seu de universo et mundis libri octo, ad principem Henricum Julium, Brunsuicensem et Luneburgensem ducem etc. Francof. 1591. 8°.) bei der Bearbeitung seines Systems benutzt, ob er gleich dieselbe nicht erwähnt habe . . . . . Ja man behauptet sogar, Brunus habe schon an die hernach so berühmt gewordenen Wirbel gedacht und sei gleichsam der Vorläufer der Cartesianischen Wirbel gewesen."

1) princ. philos. III 49 - 51.

Zuerst war die Menge der Materie des ersten Elementes nur gering, sie wuchs aber mit der stets sich vermehrenden Zahl kugelförmig abgeschliffener zweiter Elemente und wurde schließlich größer als zur Ausfüllung der Lücken nötig war. Der Überschuß floß nun nach der Mitte eines jeden Wirbels und bildete hier flüssige Körper, die Sonne und die Fixsterne. Infolge der Centrifugalkraft drängen nämlich die Kügelchen des zweiten Elementes nach außen, sodaß die Materie des ersten Elementes mehr nach der Mitte zusammenfließen muß, um diesen Raum auszufüllen.[1]

Nun ist es ein Naturgesetz, daß die Bewegung eines Körpers durch die Begegnung mit anderen Massen in der Weise verändert wird, daß sich jeder Körper nach der Seite bewegt, auf welcher ihm der geringste Widerstand entgegengesetzt wird. Daher werden auch die aneinander grenzenden Wirbel in der Art auf einander einwirken und sich so aneinander anpassen, daß sich die Bewegungen dieser verschiedenen Wirbel möglichst wenig hindern. Dieses ist nur dann denkbar, wenn die Pole jedes Wirbels die Äquatorialbezirke des anderen berühren. Berühren sich nämlich zwei Pole, so fließen beide Wirbel entweder in einen zusammen, im Falle sie sich in derselben Richtung drehen, oder sie hemmen sich mit großer Stärke, wenn die Richtung der Drehung entgegengesetzt ist.[2]

Das erste und zweite Element haben so ihre große Bedeutung in diesem System der Wirbel der Fixsterne. Wie aber entstehen nun die Planeten? Dazu braucht

1) princ. philos. III 54, 55, 56.
2) princ. phil. III 65—67.

Descartes die Bildung eines dritten Elementes. Die Gestalt und die Geschwindigkeit der durch Abschleifung gebildeten Elemente erster Art sind ungeheuer mannigfach. Es werden sich auch etwas größere und langsamer bewegte, sehr eckige Teilchen vorfinden, welche sich leicht mit anderen passenden zusammenfügen.[1] Diese Körperchen müssen sich nun durch die Hohlräume des kugelförmigen zweiten Elementes hindurchdrängen. Drei sich berührende Kugeln bilden aber eine Art dreieckigen Raum. Daher müssen die ersten Elemente eine dreikantige Gestalt annehmen, um sich durch die Lücken hindurchzwängen zu können. Eine derartige dreikantige Säule wird aber schraubenförmig gewunden werden, da sie sich während dieses Durchganges wirbelförmig dreht.[2]

Diese verschiedenartige Gestalt der Materie des ersten Elementes macht aber noch keinen wesentlichen Unterschied in ihren Wirkungen von den übrigen ersten Elementen aus, so lange sich dieselben nur unter Kügelchen des zweiten Elementes befinden.[3] Wenn aber die Teilchen des ersten Elementes zur Sonne gelangt sind, wo sie ungetrennt zusammenkommen können, so werden solche dreikantigen Teilchen sich leicht mit passend gestalteten anderen zusammenballen und so größere Massen bilden, die wegen ihrer geringeren Beweglichkeit sich an den der Ekliptik naheliegenden Gebieten ansammeln.[4] Dieses sind nun die Elemente dritter Art. Die Ansammlung der schwerer beweglichen Teile hindert

1) princ. phil. III 88.
2) princ. phil. III 90.
3) princ. phil. III 93.
4) princ. phil. III 94, 95.

die Stoßkraft des Sonnenstoffes (welche nach Descartes Theorie das Licht hervorruft), und so erblicken wir auf der Sonne dunkle Stellen, die Sonnenflecken.[1]

Diese Hypothese von der Entstehung der Sonnenflecken sucht Descartes durch einen interessanten Vergleich zu veranschaulichen. Erhitzte Flüssigkeiten, welche noch andere Stoffe in sich enthalten, die weniger beweglich sind, stoßen diese Fremdstoffe als Schaum an die Oberfläche. Bei längerem Kochen wird diese Schaummasse öfters wieder aufgesogen; so ähnlich werden auch die Sonnenflecken, welche mit dem Schaume zu vergleichen sind, oft wieder vermindert, und daher kommt die Erscheinung des Wechsels der Flecken.[2]

Aber dieses dritte Element ist noch von weiter gehender Wichtigkeit; es soll, wie schon gesagt, die Entstehung des Planetensystems erklären.

Descartes geht von der Annahme aus, daß mehrere Wirbel sich um je einen Centralkörper drehen, ohne sich anfangs in der Bewegung gegenseitig zu hindern; „allein da wegen der Ungleichheiten und der unendlichen Kleinheit der Massen und Bewegungen. . . . Nichts ewig im Gleichgewicht sich befinden kann",[3] so werden die Wirbel sich gegenseitig beeinflussen: von dem an Kraft schwächeren Wirbel werden Stoffteile in den benachbarten stärkeren übergehen. Ein Teil derselben wird freilich wieder zurückgestoßen werden. Bilden sich nun aber durch Auftreten des dritten Elementes Flecken um die Sterne, die sich in der Mitte der Wirbel

1) princ. phil. III 95.
2) princ. phil. III 96.
3) princ. phil. III 118.

befinden, so wird ihre Kraft, mit der sie ihre Rotation ausführten, sich mindern, und so werden allmählich immer mehr Teile eines Wirbels in den anderen übergehen, bis der Wirbel schließlich aufgezehrt ist und nur noch der Stern übrig bleibt, welcher nicht mehr flüssig und leuchtend, sondern hart und dunkel ist.[1] Diese Kugel wird nun vollständig von dem zweiten Wirbel fortgerissen werden und in ihn eintreten. So entstehen Kometen und Planeten.

Die verschiedenartige Bewegung dieser beiden Arten von Himmelskörpern erklärt Descartes in folgender Weise: Wird eine Kugel von langsamer Bewegung in den Wirbel hineingerissen, so bewegt sie sich nach dem Mittelpunkt desselben zu; jedoch wird sie bei hinreichend großer Dichtigkeit und genügender Bewegungsgröße den Wirbel durchschneiden und in andere Wirbel eintreten, wie wir es bei den Kometen beobachten. Ist die Kugel weniger dicht, so wird sie von der Wirbelbewegung erfaßt und um den Zentralkörper herumgeführt werden, wie wir es bei den Planeten wahrnehmen.[2] Ein solcher Stern wird nämlich solange nach dem Zentrum des Wirbels hinabsteigen, bis er zu Himmelskügelchen gelangt, welche die gleiche Dichtigkeit und Bewegungskraft haben, wie er selbst. Zwischen diesen Teilen schwebt dann der Planet und wird von der Himmelsmaterie mit um die Sonne gerissen.[3] In bezug auf unser Planetensystem nimmt Descartes an, daß anfangs vierzehn Wirbel oder mehr bestanden haben, deren

1) princ. phil. III 118.
2) princ. phil. III 119.
3) princ. phil. III 140.

Zentralsterne sich mit vielen Flecken bedeckt haben, so daß dann ein Wirbel von dem anderen zerstört wurde, bis nur die Sonne als Zentralkörper übrig blieb. Die drei mächtigsten Wirbel, welche sich auch am längsten erhalten haben, waren die, in deren Mitte sich Sonne, Jupiter und Saturn[1] befanden. Der Jupiter riß vier kleinere Wirbel an sich, der Saturn zwei, die Sonne vier: Merkur, Venus, Erde und Mars. Schließlich wurden auch die Wirbel des Jupiter und des Saturn von dem viel größeren der Sonne aufgezehrt. Sind mehr als vierzehn Wirbel vorhanden gewesen so sind deren Zentralsterne in Kometen übergegangen.[2]

Sehr leicht ist es für Descartes aus seinen Prinzipien die verschiedenen Entfernungen der Planeten von der Sonne zu erklären: Die Dichtigkeit der näheren Planeten ist geringer als die der entfernteren, daher sind sie tiefer in den Wirbel hineingeraten.[3] Diese Annahme ist freilich gänzlich falsch, da vielmehr umgekehrt die Dichtigkeit mit der Entfernung abnimmt.

Interessant ist auch, wie Descartes die Schiefe der Ekliptik ableiten will.[4] Die Drehungsachse der Erde bildet einen Winkel von mehr als 23° mit der Ekliptik. Die Bewegung der Erde, wie die der anderen Planeten

1) Descartes kannte den Ring des Saturn noch nicht, der erst von Huygens (Systema Saturnium 1659) bald nach dem Tode Descartes' entdeckt wurde. Descartes stützt sich hier auf Kepler, der die sonderbare Gestalt des Saturn als zwei feststehende Monde erklärte, obwohl er schon die Annahme Keplers bezweifelt. princ. phil. III 146.

2) princ. phil. III 146.

3) princ. phil. III 147.

4) princ. phil. III 155.

um die Sonne wird von dem ganzen Himmelsstoff bewirkt und ist daher für alle Planeten ziemlich übereinstimmend. Dagegen ist anzunehmen, daß von vorneherein, als die vierzehn oder mehr Wirbel noch bestanden, die Achsen der Gestirne verschiedene Richtungen gehabt haben. Der Stoff des ersten Elementes nun, welcher in den Stern der Erde zusammenfloß, wird aus den Stellen des Himmels hergekommen sein, nach welchen heute noch die Erdpole gerichtet sind; diese Richtung wird sich erhalten haben, als die Erde allmählich erkaltete, da die Teilchen, welche aus anderen Richtungen kamen, nicht den bequemen Durchgang durch die Erde fanden, wie die ersten, welche sich bestimmt gerichtete Gänge geformt hatten.

Den so entstandenen Planeten kommt im eigentlichen Sinne keine Bewegung zu, vielmehr ruhen sie, frei schwebend in der Himmelsmaterie, und jede an einem Planeten beobachtete Veränderung seiner Lage kommt nur daher, daß der ganze Himmelsstoff sich in kreisender Strömung befindet.[1] Daß Descartes in einem gewissen Sinne die Bewegung der Erde verneint, folgt aus seinem Begriffe der Bewegung. Wir haben gehört, daß ein Körper nur dann in Bewegung ist, wenn er aus der Umgebung der ihn unmittelbar berührenden Körper in die Nachbarschaft anderer geführt wird. Nun aber entfernt sich der Planet niemals aus der Umgebung der ihn berührenden Himmelskügelchen; er wird vielmehr von denselben strömenden Teilchen der Himmelsmaterie um die Sonne herumgeführt, und daher konnte Descartes sagen, daß weder die Erde noch

1) princ. philos. III 26.

die anderen Planeten streng genommen eine eigne Bewegung haben.[1]

Die Bewegungsbahn der Planeten wird im allgemeinen nicht kreisrund, sondern elliptisch sein, wie dies der Form des Wirbels entspricht. Da sich nämlich ein Wirbel mit mehreren anderen berührt, so wird er sich diesen akkomodieren und daher eine unregelmäßige Form annehmen müssen, die eine streng kreisförmige Bewegung nicht zulassen kann.[2]

Jam vero,[3] sagt Descartes, non opus est, ut ostendam quo pacto ex hac hypothesi sequantur phaenomena diei et noctis, aestatis et hyemis, sive accessus Solis ad Tropicos, et eiusdem recessus, phasium Lunae, eclipsium, stationum et retrogradationum quae apparent in Planetis, praecessionis aequinoctiorum, variationis in obliquitate Eclipticae, ac similia: facile enim ac illis, qui vel prima elementa Astronomiae didicerunt, intelligentur.

Kap. 4. Die Geogonie.

In seiner Geogonie greift Descartes zu den wunderlichsten, durch nichts begründeten Hypothesen und bewirkt durch diese übergroße willkürliche Häufung von leeren Hypothesen, daß gerade dieser Teil seiner Kosmogonie den ihr sonst eigentümlichen deduktiven Charakter verliert. Er entbehrt des wissenschaftlichen Wertes und ist deshalb mit Recht „ein bloßer Traum" genannt

1) Daß hier von einer Accomodation Descartes' an die Lehre der Kirche keine Rede sein kann, zeigt ausführlich Kuno Fischer: Geschichte der neuren Philosophie 3. Auflage, Heidelberg 1897. pag. 359.

2) princ. phil. III 34.

3) princ. phil. III 37.

worden, „der sich auf kein einziges Naturgesetz gründet“.[1] Wir wollen daher die Entwicklungsperiode der Erde nur flüchtig durcheilen.

Die jetzt von uns bewohnte Erde, welche ehedem ebenfalls wie die Sonne nur aus Materie des ersten Elementes bestand, befand sich im Zentrum eines Wirbels. Auch an ihrer Oberfläche bildeten sich dunkle Flecken, ähnlich den Sonnenflecken. Infolge der fortgehenden Auflösung dieser Flecken sammelten sich viele Stücke der Materie des dritten Elementes an und verbreiteten sich in dem Wirbel, wo sie eine große Masse Luft oder Äther bildeten. Als endlich dieser Äther sehr groß wurde, hatten sich dichtere Flecken um die Erde gebildet und sie vollständig bedeckt und verdunkelt. Da sie sich nicht mehr auflösen konnten und vielleicht schon viele übereinander lagen, nahm die Bewegungskraft des Wirbels ab, und infolgedessen war die Erde schließlich samt den Flecken und der ganzen Luft, welche sie einschloß, in den Sonnenwirbel gefallen.[2]

Kurz bevor dieses Ereignis eintrat, konnte man an der Erde drei Regionen unterscheiden. Die erste und innerste Region enthielt nur Materie des ersten Elementes, ebenso wie die Sonne, wenn auch nicht in dieser Reinheit; die zweite und mittlere Region enthielt nur undurchsichtige, dichte Körper mit so engen und

1) Joh. Fischer, Geschichte der Naturwissenschaften, Gött. 1802. Bd. II pag. 36.

2) Dieser Vorgang wird von Descartes gelegentlich der Darstellung der Entstehung der Sonnenflecken und der Planeten im allgemeinen genauer beschrieben; (vergl. pag. 37) daher faßt er sich hier (princ. philos. IV, 2) kürzer.

dünnen Zwischenräumen, daß nur die schraubenförmigen Teilchen der Materie, die particulae strictae, und die Materie des ersten Elementes durchdringen konnten. Die dritte Region endlich war die Erdoberfläche samt der unter ihr liegenden Schicht, die eine große Menge der Materie des dritten Elementes enthielt, aus der alles entstanden ist, was wir hier auf Erden finden.[1] Da diese Region der Erde mit vielen Teilen der Himmelsmaterie vermischt und fortwährend dem Druck und dem Stoße der umgebenden Himmelsmaterie ausgesetzt ist, so gingen aus der dritten Schicht zuerst zwei, dann drei und später vier und mehr verschiedene selbständige Körper hervor, die Descartes mit B, C, D und E bezeichnet, worunter er der Reihe nach die Luft (B), die innerste, dickste Kruste (C) der dritten Erdregion, aus der die Metalle entstehen, ferner das Wasser (D) und schließlich die äußere Erde (E) versteht, die aus Steinen, Ton, Sand und Schmutz gebildet ist.[2] Die Entstehung dieser Körper ist jedoch von drei oder vier Naturerscheinungen bedingt, die wir zuerst betrachten wollen. Die erste dieser Erscheinungen ist die Bewegung der Himmelskügelchen im allgemeinen, die zweite die Schwere, die dritte das Licht und die vierte die Wärme.[3] Unter der allgemeinen Bewegung der Himmelsmaterie versteht Descartes ihre fortwährende wirbelnde Strömung, die so stark ist, daß die Himmelskügelchen nicht nur jährlich um die Sonne und täglich um die Erde sich drehen, sondern auch noch in mancherlei

1) princ. philos. IV 3—5
2) princ. philos. IV 32—44.
3) princ. philos. IV 15.

anderer Weise sich bewegen. Dabei behalten die Teilchen der Himmelsmaterie dem Trägheitsgesetz zufolge stets die Richtung ihrer Bewegung, die sie bei Beginn derselben angenommen haben, möglichst bei; d. h. sie sind bestrebt, in gerader Linie sich fortzubewegen, so lange sie nicht auf einen Widerstand stoßen, der größer als ihre Bewegungskraft ist. Durch die Beweglichkeit dieses Fluidums, das den Teilchen des dritten Elementes, woraus alle irdischen Körper gebildet sind, beigemischt ist, werden in ihnen verschiedene Wirkungen hervorgebracht, von denen die drei wichtigsten hier kurz erwähnt werden sollen.[1] Erstens wird die Durchsichtigkeit der flüssigen und aller sonstigen dünnen irdischen Körper der Wirksamkeit der Himmelsmaterie zugeschrieben,[2] zweitens wird infolge des Durchgangs derselben durch das Erdelement die Trennung resp. Verbindung der Teile desselben bewirkt und somit die chemische Änderung der Körper mechanisch erklärt,[3] und schließlich wird noch die Kugelform der tropfbaren Flüssigkeiten, die man heutzutage auf die Molekularanziehung zurückführt, aus der Bewegung der Himmelsmaterie abgeleitet.[4]

Auch das Rätsel der Schwerkraft,[5] der zweiten der oben angeführten vier Naturerscheinungen, wird durch die Wirksamkeit dieser Himmelsmaterie gelöst. Enthält nämlich ein irdischer Körper mehr von dieser beweglichen Himmelsmaterie als ein anderer, so wird er infolge seiner Centrifugalkraft aufstreben, während der andere

1) princ. philos. IV 15
2) princ. philos IV 16, 17.
3) princ. philos. IV 18.
4) princ. philos. IV 19.
5) princ. philos. IV 20—27.

mit weniger Centrifugalkraft begabte Körper herabsinken wird, d. h. dieser ist schwerer als jener. Es ist also nicht das Herabsinken des schwereren Körpers der wesentliche Ausdruck des Phaenomens der Schwere als vielmehr das centrifugale Aufstreben des leichteren, das freilich immer ein gleichzeitiges Herabsinken der schwereren Masse begleitet. Auch hier müssen wir Descartes konsequente, mechanistische Vorstellungsweise bewundern, indem er das Phänomen der Schwere, die wir seit Newton auf die Attraktion zurückführen, auf rein mechanischem Wege zu erklären versucht.

Ebenso wie die Schwere läßt sich auch die dritte der vier oben erwähnten Naturerscheinungen, das Licht, mechanisch erklären. Jedes Stoffteilchen eines Wirbels zeigt nämlich wie der Stein in der Schleuder ein Streben nach außen zu gehen; diesem Streben kann aber ohne Weiteres kein Teilchen des zweiten Elementes, aus dem der Wirbel besteht, folgen; denn jedes innere Teilchen wird von den äußeren zurückgehalten, und die äußersten werden von den angrenzenden Wirbeln zurückgedrängt. Doch setzt sich wenigstens der Druck von dem Centralkörper aus, wo der Stoff des ersten Elementes dicht zusammenliegt, im ganzen Wirbel gradlinig nach außen fort und wirkt auch noch auf die benachbarten Wirbel und so weiter, bis zu unserem Auge. Diesen Druck empfindet das Auge als Licht.[1] Schließlich erklärt Descartes auch das Phaenomen der Wärme, die nicht

1) Diese Theorie des Lichtes stellt Descartes erst im dritten Buche § 64 seiner Prinzipien (1644) auf, während er die Eigentümlichkeiten des Lichtes und insbesondere die verschiedenen Farben desselben auf Grund dieser Theorie in seiner Dioptrik (1637) erklärt.

identisch ist mit dem Lichte, aber von diesem verursacht wird, aus der Bewegung der Himmelsmaterie. Durch den verschieden starken Stoß derselben wird das Hin- und Herschwanken der Teile des Erdelementes veranlaßt und so die Wärme erzeugt. Diese ist also nichts anderes als die durch den Stoß der Himmelmaterie bewirkte Erzitterung der irdischen Teilchen; wird die Erzitterung stärker, so brauchen die Teilchen, die im allgemeinen mehr lang als breit sind, mehr Raum, und dadurch dehnen sich alle Körper beim Erwärmen aus.[1]

Wenn wir bisher gesehen haben, daß die physikalischen Eigenschaften der Erde und ihrer Körper aus den mechanischen Gesetzen hergeleitet wurden, so weicht Descartes in seiner weiteren Lehre von der Entwickelung der Erde zuweilen von seiner mechanischen Auffassung ab und läßt seiner Phantasie freien Spielraum. Wir wollen daher seine Lehre von der Entstehung des Wassers, der Luft, der Metalle, Steine u. s. w. übergehen[2] und uns der Betrachtung des Erdinnern zuwenden. Im Innern der Erde sammelte sich Wasser an, und über demselben formten sich zunächst Gewölbe, die aber später zusammenstürzten und so die Erhöhungen und Vertiefungen der Erdoberfläche darstellten; die Vertiefungen füllten sich mit Wasser an und formten die Weltmeere. In der Erde selbst entstanden zahlreiche Höhlen, die durch unterirdische Kanäle mit dem Meere in Verbindung standen und daher mit Wasser angefüllt blieben. Dieses verdunstet beständig infolge der in der Erde herrschenden Wärme und steigt als Dampf durch die

1) princ. philos. IV 29—31.
2) Dieselbe findet sich in princ. philos. IV 32—38.

engen Gänge des dritten Elementes bis zur Oberfläche der höchsten Berge, wo die Dämpfe infolge der Kälte wieder zu Wasser verdichtet werden; es kann jedoch nicht wieder durch die engen Gänge zurückfließen, sammelt sich vielmehr an und fließt in Bächen und Strömen auf der Erdoberfläche zum Meere zurück, um sodann diesen Kreislauf aufs Neue zu beginnen. Somit ist es auch erklärlich, daß das Meer stets denselben Wasserstand zeigt.[1]

Bei den weiteren Erklärungsversuchen zahlreicher Naturerscheinungen, z. B. der Erdbeben, der Elektrizität, des Magnetismus u. s. f. benutzt Descartes in bewundernswertem Scharfsinne seine naturwissenschaftlichen Prinzipien, aber seine Darlegungen tragen hier den Charakter von künstlichen und gezwungenen Hypothesen, da in seiner Zeit noch die zuerst vor allen nötigen Einzelerfahrungen fehlten. Es wird oft schwierig für ihn, komplizierte Erscheinungen nur mittelst des Druckes und Stoßes zu erklären, weshalb er oft mit großer Willkür verfährt und sich bei den Elementen der Materie jede ihm gerade passende Gestaltsveränderung erlaubt. Beispielsweise vermag er nicht, ohne eine solche Gestaltsveränderung anzunehmen, den Magnetismus zu erklären. Er sucht die magnetischen Erscheinungen im Zusammenhange mit seinen schon vorher entwickelten Anschauungen zu erklären. Früher hatte er gezeigt, daß an den Polen eines Wirbels Elemente der ersten Art eintraten und durch den Wirbel in der Richtung seiner Achse hindurchgingen.[2]

1) princ. philos. IV 64, 65.
2) Vgl. pag. 39.

Das gilt auch von der Erde.[1] Bei dem Durchgange durch den Wirbel bahnen sich diese Teilchen viele Gänge mit parallelen Achsen, durch welche nur die von einem Pole kommenden gewundenen Teilchen frei zum andern gehen können. Da aber diese Gänge nach Art der Schneckenhäuser gewunden sind, so können die vom Nordpol kommenden Teilchen nicht in die vom Südpol nach dem Nordpol führenden Gänge hineinkommen; ebensowenig können solche Teilchen direkt in ihren Gängen zurückgehen, da feine Häkchen an den Enden der Teilchen dies verhindern. Daher werden die an den Polen eintretenden Stoffe von dem den Wirbel umströmenden Äther an ihre ursprüngliche Eintrittsstelle zurückgeführt. Sie machen also eine Art Wirbelbewegung durch.[2] Von allen Stoffen der Erdrinde ist das Eisen der einzige, welcher ebenfalls derartige Gänge erhalten kann. Luft und Wasser sind in sich zu beweglich, um solche festen und bestimmt gerichteten Gänge anzunehmen und zu erhalten, andere Metalle aber sind zu dicht und widersetzen sich daher dem Eindringen der strömenden Teilchen.[3] Betrachtet man nun ein solches Stück Eisen, so werden diese gewundenen Körperchen dann leicht hindurchgehen, wenn die Öffnungen der Gänge im Eisen nach den Orten der Erde gerichtet sind, von wo die Teilchen herkommen.[4] Ist das Eisen anders gerichtet, so stoßen die Teilchen schief auf die Gänge und drehen das Eisen, so lange bis seine Gänge die Richtung von Norden nach

1) princ. philos. IV 133.
2) princ. philos. IV 133.
3) princ. philos. IV 135, 136.
4) princ. philos. IV. 148.

Süden haben.[1] Damit hat Descartes die Erscheinung der Magnetnadel nach allgemeinen Prinzipien von Druck und Stoß verständlich gemacht, und man muß trotz der hier willkürlich gemachten Annahmen die Konsequenz seines Denkens bewundern.

Eine ähnliche Willkür finden wir in der Elementenlehre. Laßwitz[2] macht darauf aufmerksam, daß es ganz auffallend ist, daß nach Descartes' Theorie noch größere Stücke der Materie übrig bleiben konnten, daß sie nicht auch zerrieben wurden. Andere willkürliche Hypothesen und Unzulänglichkeiten ließen sich noch anführen; wir wollen indes davon abstehen. Wenn auch Descartes in manchen Teilen seiner Lehre von der Bildung des Universums mit großer Willkür verfahren ist, so muß man immerhin bewundern, daß er vor keiner Erklärung der Naturerscheinungen zurückschreckt, sondern daß er treu seinem Prinzipe, alles von dem Mechanismus der einzelnen Teile ausgehend zu erklären, versucht. Aber nicht nur das gesamte Geschehen in der außer uns gegebenen leblosen Welt sucht Descartes aus rein mechanischen Prinzipien zu begreifen, sondern auch die Lebenserscheinungen versucht er, so weit es nur irgend gehen will, in den Bereich des Mechanismus zu ziehen. Er bezeichnet den Menschenkörper und die Tiere als bloße Automaten oder Maschinen aus der Hand Gottes, aber mit größerer Bewegungsfähigkeit ausgestattet, als jeder von menschlicher Hand konstruierte

1) princ. philos. IV 150.

2) Kurd Laßwitz, Zur Genesis der Cartesianischen Corpuscularphysik, pag. 178. Vierteljahresschrift für wissenschaftliche Philosophie, herausgegeben von R. Avenarius Leipzig 1886.

Automat.[1] Die Bewegung des lebenden Körpers wird hervorgebracht durch die Wärme. Sie ist das eigentliche Prinzip aller körperlichen Funktionen. Sie bewirkt die Bewegung des Herzens und den Umlauf des Blutes.[2] Im Herzen selbst ist eine Wärme enthalten, die das Blut im Herzen verdünnt und ausdehnt. Das Blut übt dann einen Druck auf die sechs Klappen aus, die sich in den Mündungen der beiden Arterien befinden. So strömt das Blut infolge des mechanischen Vorgangs aus dem Herzen heraus und kommt nach dem Kreislaufe wieder zurück.[3]

Hatte Descartes bisher sämtliche Bewegungsvorgänge mechanisch zu erklären versucht, so konnte er sich dennoch nicht dazu entschließen, die mechanische Erklärung auch auf diejenigen Bewegungsvorgänge auszudehnen, die in dem bewußten Willen des Menschen ihren Ursprung zu haben schienen. Es gibt gewisse Bewegungen, sagt Descartes, die die Seele unmittelbar zu erzeugen vermag; auch kann der Körper auf die Seele einwirken und dadurch in derselben gewisse Empfindungen und Gefühle hervorbringen. Diese Wirkungen werden in der Zirbeldrüse ausgetauscht, in welche Descartes den Sitz der Seele verlegt. Durch die Annahme dieser Wechselwirkung, welche zwischen den

1) Et jugeons que le corps d'un homme vivant diffère autant de celui d'un homme mort que fait une montre, ou autre automate (c'est-à-dire autre machine qui se meut de soi-même) lorsqu'elle est montée . . .

Les passions de l'âme, I. Tl. art. VI. Oeuvres de Descartes publ. par Vict. Cousin Paris 1824. Tome IV pag. 41.

2) ibid. article VIII.

3) De Methodo (Amstel. 1650) cap. V pag. 29 ff.

unabhängig von einander existierenden beiden Substanzen des Körpers und der Seele besteht, ist demnach die mechanische Naturerklärung durchbrochen.[1]

Zweiter Teil.

Kritische Betrachtungen.

Nachdem wir den Entwicklungsgang der Kosmogonie Descartes' im Einzelnen verfolgt haben, wollen wir dieselbe einer Kritik unterziehen. Dabei ist zu bemerken, daß es unbillig wäre, die Ausführungen seines Systems an Voraussetzungen zu messen, die dem Systeme selbst fremd sind. Es wäre sachlich unfruchtbar, Descartes dadurch zu widerlegen, daß ihm die Ergebnisse späterer Forschungen entgegengehalten werden. Für uns liegt vielmehr in dem Systeme selbst der Maßstab der Kritik. Es soll demgemäß im Folgenden versucht werden, zunächst die Konstitution der Materie einer Kritik zu unterziehen, in einem zweiten Abschnitt sollen die Bewegungsgesetze kritisch beleuchtet, im folgenden Abschnitt eine Charakteristik der Kosmogonie gegeben werden, das vierte Kapitel enthält eine Kritik der Weltentstehungshypothese selbst, und der Schluß endlich wird zeigen, welche Bedeutung Descartes' Lehre für die heutige Wissenschaft hat und wie sie für die wichtigeren Weltentstehungshypothesen der Folgezeit vorbildlich geworden ist.

1) Nach Franz Erhardt: Die Wechselwirkung zwischen Leib und Seele. Leipzig 1897. pag 2.

Kap. 5. Die Konstitution der Materie.

In der Auffassung der Materie ist Descartes von mathematischen Begriffen ausgegangen, indem er das allgemeine Wesen der Materie in ihre Ausdehnung setzt. Dieselbe aber macht niemals allein das Wesen der Materie aus; denn die bloße Ausdehnung als solche ist der Raum, in dem man beliebig einzelne Teile teilen kann, die aber deshalb noch nicht zu materiellen Körpern werden. Von solchen kann erst dann die Rede sein, wenn ein Etwas den Raum erfüllt, das beweglich, teilbar und widerstandsfähig ist. Diese zweite Bedingung, die notwendig zur Ausdehnung hinzutreten muß, damit erst ein wirklicher Körper entsteht, ist in demjenigen Agens zu suchen, das wir als Kraft zu bezeichnen pflegen. Diese allein macht einen Körper widerstands- und wirkungsfähig; die Ausdehnung dagegen ist nicht imstande, die Widerstandskraft eines Körpers zu erklären; denn die Ausdehnung ist etwas absolut Durchdringliches. Nun sind aber die Undurchdringlichkeit, die Kohäsion, die Schwere u. s. w. Eigenschaften der Körper, die diesen ebenso wie die Ausdehnung allgemein zukommen, da wir in der Natur keine Körper ohne derartige Prädikate antreffen,[1] wenn man nur, wie die moderne Naturforschung, die früher hypothetisch angenommenen Imponderabilien gänzlich fallen läßt. Die Eigenschaften der Körper müssen daher auch ihre Erklärung finden. Descartes ist dazu nicht imstande, eben deshalb, weil ihm das dynamische Prinzip fehlt. Er bemüht sich

1) Nach Fr. Erhardt, Metaphysik, Leipzig 1894 pag. 318, 319 und Fr. Erhardt, Mechanismus und Teleologie, Leipzig 1890 pag. 65 ff.

vielmehr, zu zeigen, daß diese allgemeinen Eigenschaften des Körpers keinen Beitrag zu seinem Wesen liefern, weshalb auch von ihnen abstrahiert werden kann, ohne daß der Körper etwas von seinem Wesen einbüßt. Denn von der Undurchdringlichkeit,[1] so argumentiert Descartes, lehrt uns der Sinn nur, daß die harten Körper bei dem Drucke unserer Hände der Bewegung einen Widerstand leisten; denn wenn bei der Bewegung der Hände gegen die harten Körper diese mit derselben Geschwindigkeit zurückweichen, mit welcher die Hände sich vorwärts bewegen, so würden wir keine Undurchdringlichkeit fühlen. Auch sieht man ein, daß diese zurückweichenden Körper deshalb die Natur eines Körpers nicht verlieren, und mithin diese nicht in der Undurchdringlichkeit besteht.[2] Was diesen von Descartes gegebenen Beweis anlangt, so trifft er gar nicht die Undurchdringlichkeit. Denn daß ein Körper sich wegschieben läßt, hebt seine Undurchdringlichkeit noch nicht auf, und daß sie dann nicht gefühlt wird, ist eben zufällig. Es ist ganz natürlich, daß die Undurchdringlichkeit erst dann bemerkbar wird, wenn der Körper dem eindringenden nicht ausweichen kann. Schon bei der Erklärung der Eigenschaften der Körper macht sich deutlich das Fehlen des dynamischen Prinzips fühlbar, das allein das Verständnis für gewisse allgemeine körperliche Eigenschaften gibt. Dieser Umstand ist es auch, der unseren

1) Descartes sagt eigentlich hier Härte (durities). was für unsere Betrachtung ohne Belang ist, da die Härte schließlich nichts anderes als Undurchdringlichkeit ist; diese besagt nichts anderes, als daß ein Körper dem von einem andern auf ihn ausgeübten Druck einen Widerstand entgegensetzt.

2) princ. phil. II. 4.

Denker in unüberwindliche Schwierigkeiten verwickelt, so bei den Fragen nach dem Wesen der Schwere, des Magnetismus und anderer Naturerscheinungen. Wenn es sich nun zeigen wird, daß die ganze mechanische Naturerklärung Descartes' in ihren wichtigsten Punkten verfehlt ist, so ist dies größtenteils dem Mangel des dynamischen Prinzips zuzuschreiben. Für uns aber folgt daraus, daß nur die dynamische Naturerklärung Anspruch auf Berechtigung erheben darf.

Die Annahme Descartes', das Wesen des Körpers allein in seine Ausdehnung zu setzen, zwingt ihn, eine stetige Raumerfüllung anzunehmen, d. h. kein Leeres anzuerkennen. Da der Raum nach geometrischer Anschauung stetig und endlos teilbar ist, so gilt dies auch für die Materie. Dieselbe besteht daher als Ganzes aus Teilen, die nicht etwa eine unzählige Menge von individuellen kleinen Partikelchen darstellen, sondern die „corpuscular abgeteilt" sind, d. h. „die gesamte körperliche Ausdehnung wird in Teile zerlegt, aber diese Teile sind nicht mathematisch abgegrenzt, sondern phoronomisch, insofern sie sich bewegen".[1]

Kap. 6. Die Bewegungsgesetze.

Die Bewegung hat ebenso wie die Materie ihren Ursprung in Gott. Descartes ist dadurch in der Lage, den Schöpfungsbegriff im Sinne der Theologen seiner Zeit anzuerkennen. Gott steht als „primäre Ursache"

1) Kurd Laßwitz, zur Genesis der Cartesianischen Corpuscularphysik, pag. 175. Vierteljahresschrift für wissenschaftliche Philosophie, herausgegeben von R. Avenarius, Leipzig 1886.

über den Bewegungsgesetzen, die als „sekundäre Ursachen" ihm untergeordnet sind. Wenn nun Descartes alle Veränderungen in der Natur als Folgen der Bewegung betrachtet wissen will, so sind jene dennoch im Grunde genommen eine Schöpfung Gottes, und das ganze Universum ist im Sein Gottes gegründet. Die Bewegungsgesetze selbst treten als Befehle Gottes an die Materie heran. Hier befindet sich Descartes, wie man deutlich sieht, mit der traditionellen Lehre der Kirche in Übereinstimmung.

Das Bestreben Descartes', mit der Kirche im Einklang zu bleiben, ist aber nicht der einzige Grund, weshalb er den Ursprung der Bewegung in Gott sucht. Es ergibt sich für ihn ein wesentlicher Vorteil aus der Annahme Gottes als Urheber der Bewegung: er kann die innere Gesetzlichkeit der Bewegung metaphysisch begründen. So folgert er aus der Unveränderlichkeit Gottes und der Einfachheit seiner Wirksamkeit, mit der er die Bewegung in der Materie erhält,[1] das Beharrungsgesetz. Dasselbe war zwar schon seinem Inhalte nach bekannt, da es bereits von Galilei entdeckt war, aber immerhin ist die Formulierung desselben neu. Es wird in zwei besonderen Naturgesetzen ausgesprochen und zwar als Beharrung des Zustandes der Ruhe oder der Bewegung und als Erhaltung des Bestrebens eines Körpers, sich in der bei Beginn seiner Bewegung angenommenen Richtung gradlinig fortzubewegen. Descartes' Verdienst ist es nun, das Beharrungsgesetz zuerst in dieser Weise formuliert und in seine „Prinzipien" aufgenommen zu haben. Dadurch

1) princ. philos. II. 39.

wurde es allgemein bekannt, was es vorher nicht war, schon deshalb, weil es sein Entdecker nicht als besonderes Naturgesetz ausgesprochen hatte; es war nämlich, um mit Mach zu reden, „in der Galileischen Anschauung, daß alle bewegungsbestimmenden Umstände (Kräfte) Beschleunigungen setzen, schon mitenthalten.“ [1] Nach Descartes wurde das Beharrungsgesetz auch von Huyghens und Newton als erstes Gesetz der Mechanik ausgesprochen, und heutzutage wird es in folgender Newtonischer Fassung in den Lehrbüchern der Physik angeführt: „Jeder Körper verharrt in seinem Zustande der Ruhe oder der gleichförmigen Bewegung in gradliniger Bahn, so lange er nicht durch einwirkende Kräfte gezwungen wird, diesen Zustand zu ändern.“ [2]

Was den Inhalt der beiden ersten Naturgesetze anbetrifft, so ist er richtig und gut dargestellt, nur die metaphysische Begründung derselben ist nicht zu billigen. Solche Axione sind eben nicht von vorneherein als selbstverständlich und einleuchtend hinzustellen, wie Descartes glaubt, vielmehr kann über sie nur die Erfahrung entscheiden. Sie allein kann den vollgiltigen Beweis für ihre Richtigkeit dadurch liefern, daß alle daraus gezogenen Folgerungen mit den Tatsachen übereinstimmen. Zwar beruft sich Descartes, nachdem er im § 37 des zweiten Buches seiner Prinzipien das erste Naturgesetz als selbstverständlich hingestellt hat, im folgenden Paragraphen auf die tägliche Erfahrung; hier [3]

1) E. Mach, die Mechanik in ihrer Entwicklung, 3. Aufl. Leipzig 1897 pag. 135.

2) Nach Lommel: Lehrbuch der Experimentalphysik, 4. Aufl. Leipzig 1897 pag. 14.

3) princ. philos. II, 38.

heißt es in Bezug auf das erste Gesetz: Auch bestätigt die tägliche Erfahrung an den geworfenen Gegenständen unsere Regel vollständig; denn ein geworfener Gegenstand beharrt . . . nur deshalb eine zeitlang in der Bewegung, weil das einmal Bewegte in der Bewegung anhält, bis es von entgegenstehenden Körpern gehemmt wird, und es ist offenbar, daß es von der Luft und anderen flüssigen Körpern, in denen es sich bewegt, allmählich gehemmt wird und deshalb seine Bewegung nicht lange dauern kann. Denn daß die Luft den Bewegungen anderer Körper Widerstand leistet, kann man schon durch das Gefühl wahrnehmen, wenn man sie mit einem Fächer schlägt; auch der Flug der Vögel bestätigt dies . . .; aber solche „Erfahrungen hätten nicht als Bestätigungen des a priori einleuchtenden Trägheitsgesetzes, sondern vielmehr als Grundlagen desselben dienen sollen". [1]

Waren die beiden ersten Naturgesetze inhaltlich richtig und konnten wir nur die metaphysische Herleitung derselben nicht billigen, so müssen wir in Bezug auf das dritte Naturgesetz sagen, daß es in seinem ersten Teile auch dem Inhalte nach falsch ist. „Es läßt sich nämlich", wie Dühring [2] sagt, „nichts Unmechanischeres denken, als die Annahme, daß die schwächere Kraft, die sich an einem Widerstande bricht, durch diesen Widerstand keine erhebliche Modifikation erfahre". Das ist ein schwerer Irrtum Descartes'. Der Forscher begeht den großen

1) E. Mach, die Mechanik in ihrer Entwicklung 3. Aufl. Leipzig 1897 pag. 275.

2) Dühring, Gesch. d. allg. Prinzipien d. Mechanik. Leipzig 3. Aufl. 1887, pag. 105.

Fehler, daß er seinen metaphysischen Untersuchungen und seinem eigenen „Einfall“ [1] rückhaltslos und unbedingt vertraut. Und dennoch wird man den großen Irrtum Descartes' wenigstens einigermaßen begreiflich finden, wenn man den logischen Gedankengang verfolgt, der ihn zu dem hier in Frage stehenden Gesetz geführt hat. Dabei wollen wir uns für den Augenblick auf seinen metaphysischen Standpunkt stellen, von dem aus er seine Naturgesetze entwickelt. Wir haben gehört, daß alle Bewegungsgesetze als „sekundäre Ursachen“ die Wirkungen Gottes, „der primären Ursache“ sind, und daß sie daher auch mit dem Wesen desselben behaftet sind; insbesondere muß die Bewegungsquantität im Universum, d. h. das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit konstant bleiben. Dieser wichtige Satz von der Erhaltung der Bewegungsquantität diente dann als Grundlage für die Bewegungsgesetze, soweit diese quantitative Bestimmungen enthalten. Wenn nun der Widerstand eines Körpers größer ist als die Bewegungskraft eines anderen, wie dies im ersten Teile des dritten Naturgesetzes vorausgesetzt ist, so können doch bei einem Zusammenstoß dieser beiden Körper zwei Fälle eintreten: Es kann entweder die Bewegungskraft des eines Körpers, sei es in ihrer Gesamtheit, sei es auch nur zum Teil, auf den widerstehenden Körper übergehen, oder er büßt von seiner Bewegungskraft überhaupt nichts ein. Ein anderer Fall ist offenbar nicht denkbar. Angenommen, der erste Fall träfe hier ein; dann ist es doch klar, daß die mitgeteilte Bewegung von irgend welchem Einfluß auf den entgegenstehenden Körper sein muß. Dieser

1) Mach, a. a. O. pag. 273.

Einfluß kann nun entweder darin bestehen, daß letzterer in Bewegung gesetzt wird, was deshalb nicht möglich ist, weil nach Voraussetzung der Widerstand des einen Körpers größer als die Bewegungskraft des anderen ist, oder auch darin, daß der eine von beiden Körpern oder auch beide zugleich eine Formveränderung erfahren, was einer Transformation der Naturkräfte, d. h. einem Übergang von äußerer Bewegung in Molekularbewegung gleichkommen würde. Eine solche Transformation der Naturkräfte kannte aber Descartes noch nicht. Es blieb ihm also nichts anderes übrig, als zu sagen, daß der eine Körper von seiner Bewegungskraft nichts einbüßt. Denn ein spurloses Verschwinden der Bewegungskraft oder wenigstens eines Teiles derselben war nicht zulässig, weil das ein Verstoß gegen das schon vorher bewiesene und zu Grunde gelegte Gesetz von der Konstanz der Bewegungsquantität gewesen wäre. Geben wir also zu, daß Descartes von seinem Standpunkte aus nicht anders spekulieren konnte, so müssen wir sogar die Konsequenz seines Denkens bewundern. Der zweite Teil des dritten Naturgesetzes erhält nur dann einen zutreffenden Sinn, wenn man elastische und unelastische Körper unterscheidet.

Dieses dritte Naturgesetz, daß Gesetz von der Mitteilung der Bewegung dient dann als Grundlage der sieben Stoßregeln, die zum größten Teil falsch sind. Der Grund hierfür ist in den falschen Voraussetzungen zu suchen, von denen Descartes bei der Aufstellung der Stoßregeln ausgeht. So erkennt er die Elastizität, die allein das Verständnis für das Zurückprallen zweier Körper gibt, als eine Eigenschaft der Körper nicht an,

ferner setzt er die Bewegung nur der Ruhe und umgekehrt diese nur der Bewegung entgegen und läßt keinen Gegensatz zwischen Bewegungen gelten. Daher konnte nie eine Bewegung die andere vernichten. Auch glaubt er, daß die Bewegungsrichtung geändert werden kann, ohne daß das Bewegungsquantum geändert würde, indem er annimmt, daß der reflektierte Körper von vorneherein das Vermögen in sich trägt, seinen Weg in anderer Richtung fortzusetzen, während jede Richtungsänderung nur durch eine Kraft hervorgerufen werden kann. Dazu kommt, daß er der Ruhe eine dynamische Wirksamkeit beilegt. Die Ruhe war doch auch für Descartes nur ein Zustand des Körpers, dem Zustand der Bewegung entgegengesetzt, wie er das in § 27 des zweiten Buches der Prinzipien hervorhebt; im II. 43 aber wird ihr eine dynamische Leistung zugemutet, indem sie den Widerstand, den ein Körper jeder äußeren Einwirkung leistet, erklären soll. Aus dem Gegensatze zwischen diesem neuen Begriffe der Ruhe und dem der Bewegung werden dann die Stoßgesetze hergeleitet, soweit sie qualitative Bestimmungen enthalten, d. h. soweit bei dem Zusammenstoß zweier Körper Richtungsveränderungen eintreten. Damit aber war der wichtigste Grundsatz der Mechanik von der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung verfehlt.

Kap. 7. Charakteristik der Kosmogonie.

An die Spitze seiner Kosmogonie stellt Descartes zwei kosmogonische Grundbegriffe; diese sind Materie und Bewegung, die beide von Gott erschaffen sind. Gott ist also im eigentlichen Sinne Schöpfer des

Universums.[1] Somit trägt die Kosmogonie ein theistisches Gepräge, welches im Einklang mit der Lehre der Kirche steht, da sie keine selbständige Materie annimmt, sondern Gott die Welt aus Nichts erschaffen läßt.[2] Diesen theistischen Charakter verliert aber die Lehre Descartes' von der Bildung des Universums in ihrem weiteren Verlaufe, indem nunmehr die mechanistische Tendenz zur Alleinherrschaft gelangt. Die Gesetze der Bewegung, also Druck und Stoß, vollziehen die Entwicklung des Kosmos. Diese ist daher eine rein mechanische.

Mit Ausschluß der Zwecke (causae finales) sucht Descartes die wirkenden Ursachen (causas efficientes) zu ergründen.[3] Nur einmal glaubt er eine göttliche Zwecksetzung zu Hilfe nehmen zu müssen, indem er die ursprüngliche Anordnung der Teile der Materie und die Verteilung von Ruhe und den ersten Bewegungszustand in ihr begründet sein läßt.[4] In der weiteren Entwicklung des Kosmos aus diesem von Gott gewollten Urzustande der Materie ist der Mechanismus die alleinige Form des Geschehens. Wir dürfen durchaus nicht unsere Zweckvorstellungen in die Naturerklärung mischen; thöricht wäre es, wollten wir annehmen, nur unseretwegen habe Gott Alles geschaffen; denn vieles, was kein Mensch je gesehen oder erkannt, was ihm niemals Nutzen gebracht hat, hat sein Dasein und wird es

1) princ. philos. II, 36: Et generalem (causam), quod attinet manifestum mihi videtur illam, non aliam esse quam Deun ipsum, qui materiam simulcum motu et quiete creavit.

2) Friedrich Paulsen, Einleitung in die Philosophie 8. Aufl. 1901. pag. 168.

3) princ. philos. I, 28.

4) princ. philos. III, 46.

noch lange haben.[1] Mit seiner mechanistischen Naturauffassung verwirft Descartes die antik-christliche anthropozentrische Teleologie, welche das Dasein und den Wert aller Dinge aus ihrer Beziehung zum Menschen herleitet. Sein System ist also ein antiteleologisches.

Die ganze Körpergewalt will vielmehr naturwissenschaftlich erklärt sein, alles muß mit mechanischer Notwendigkeit geschehen. Hierin weicht Descartes von dem Schöpfungsbericht der Genesis ab, und wohl im Bewußtsein dieses Widerspruchs seiner Theorie mit der Lehre der Kirche sucht er seine Ansicht als eine bescheidene Hypothese hinzustellen.[2] Während nämlich in der Genesis bei den einzelnen Entwicklungsstadien der Welt ein besonderer Willensakt Gottes erforderlich ist, entwickelt sich bei Descartes das ganze Universum nach mechanischen Gesetzen. Nicht soll das Universum als ein vollendetes Werk Gottes beschrieben werden, sondern es soll gezeigt werden, wie sich der Kosmos von Stufe zu Stufe entwickelt, gleichwie die Pflanze aus dem Samen durch die einzelnen Phasen des Wachstums zur vollständigen Entwicklung gelangt.[3] Zu diesem Zwecke geht der Denker von dem Mechanismus der einzelnen Teile des Universums aus und schreitet in entwicklungsgeschichtlicher Folge zur jetzigen

1) Nequaquam tamen est verisimile, sic omnia propter nos facta esse, ut nullus alius sit eorum usus; essetque plane ridiculum & ineptum id in Physica consideratione supponere; quia non dubitamus, quin multa existant, vel olim extiterint, jamque esse desierint, quae nunquam ab ullo homine visa sunt, aut intellecta, nunquamque ullum usum ulli praebuerunt, princ. philos. III, 3 und III, 40.

2) princ. philos. III,4, IV,1, IV 207.

3) princ. philos. III, 45.

Gestalt desselben fort. An einer anderen Stelle[1] der Prinzipien sagt Descartes, daß eine stufenmäßige Entwicklung in Wirklichkeit niemals stattgefunden habe, da Gott die Welt gemäß der Offenbarung im Anfange in ihrer jetzigen Gestalt erschaffen habe. Diese scheinbar so entschiedene Bemerkung zeugt ebenfalls von Descartes' Bestreben, seine Lehre der Kirche erträglicher zu machen. Überdies steht die Lehre nicht in unversöhnlichem Widerspruch mit der biblischen Lehre; denn Descartes erkennt den Schöpfungsbegriff insofern an, als er den Ursprung der Materie und Bewegung in Gott verlegt.[2]

Das Charakteristische der Lehre Descartes' von der Bildung des Universums wollen wir in die Formel zusammenfassen:

„Die Kosmogonie Descartes' ist die „mathematisch-mechanische, antiteleo-„logische, entwicklungsgeschichtliche „Form der Weltentstehung".

Kap. 8. Kritik der Kosmogonie.

Der ursprüngliche Zustand der Materie besteht bei Descartes darin, daß alle Materie qualitativ gleichartig und in unendlich viele gleiche Teile zerlegt ist. Dieser Urmaterie, die den unendlichen Raum stetig erfüllt, legt er eine Rotationsbewegung bei und zwar in der Weise, daß sich jedes Massenteilchen der Materie um seine eigne Achse dreht und die Gesamtheit aller um

1) princ. philos. III. 46.
2) princ. philos. II, 38.

gewisse Zentren rotiert. Die Bewegungsquantität in ihrer Gesamtheit muß erhalten bleiben, wenn sie auch in den einzelnen Teilen der Materie zu- oder abnimmt. Dieser Urzustand der Materie als „mechanische Systemverfassung“[1] würde an und für sich ausreichen, wenn Descartes aus ihr die Entstehung des Planetensystems einwandsfrei herleiten könnte. Kühn behauptet das unser Philosoph, allein eine kritische Überlegung zeigt, daß er den Beweis für diese Behauptung nicht erbracht hat.

Die Entwicklungsgeschichte des Planetensystems läßt Descartes damit beginnen, daß im Innern eines Wirbels eine Konglomeration der Materie des ersten Elementes stattfindet, indem sich nämlich die Materie des zweiten Elementes infolge ihrer Zentrifugalkraft vom Zentrum des Wirbels entfernt und daselbst Raum für eine solche Anhäufung läßt.[2] Nun geht es aber aus der Darstellung Descartes' nicht zur Genüge hervor, weshalb die subtile Masse des ersten Elementes sich gerade nach dem Zentrum des Wirbels hinbewegen soll. Man sollte doch denken, daß die Massenpartikelchen des zweiten Elementes, die infolge ihrer Größe mit größerer Energie ausgestattet sind, das erste Element mit sich nach der Peripherie des Wirbels fortrissen. Es scheint, als ob sich Descartes eine Art Notwendigkeit oder Gewalt des Vacuums denkt, die den Stoff zwingt, das Leere auszufüllen. Diese vage Vorstellung konnte vermieden werden, wenn die Bewegungsrichtung

1) Dühring, Krit. Geschichte d. allg. Prinzipien d. Mechanik, Berlin 1873, pag. 414.

2) vergl. pag. 34.

der Materie des ersten Elementes nach dem Zentrum des Wirbels hin als eine ursprünglich gegebene mit in die Voraussetzungen aufgenommen worden wäre, was freilich eine willkürliche Annahme sein dürfte.

Für unsere weitere Untersuchung nehmen wir an, daß der Bildungsprozeß der Planeten als einzelner Weltkörper abgeschlossen sei und wollen nun betrachten, wie die Planeten ihren Ort im Planetensystem eingenommen haben. Dieser Prozeß kann auf zweierlei Weise erfolgen. Es können sich sämtliche Planeten gleichzeitig zur Sonne hinbewegen oder in zeitlich verschiedener Aufeinanderfolge. Bei Descartes spielt sich dieser Vorgang nach der letzteren Weise ab. Darauf weist der Umstand hin, daß die Absorption eines Nebenwirbels erst dann erfolgt, wenn die Flecken seines Fixsternes eine gewisse Dichtigkeit erlangt haben, ein Vorgang, der bei dem einen Wirbel früher, bei dem anderen später erfolgt. Wir wollen hier nicht untersuchen, ob diese Annahme Descartes' die richtige ist, aber wir müssen darauf hinweisen, daß er es unterlassen hat, jene gewaltigen Evolutionen zu schildern, die das nacheinander folgende Herabsinken der einzelnen Planeten nach dem Zentralkörper der Sonne hin hervorrufen mußte. Wohl hat er gezeigt, daß infolge des Übergangs der Erde in den Sonnenwirbel diese an ihrer Oberfläche und der darunter liegenden dritten Schicht viele Änderungen erfuhr, indem sich hier verschiedene selbstständige Körper bildeten, allein den Einfluß, den solche nacheinanderfolgende gewaltige Naturereignisse auf die Bahnverhältnisse der Planeten und ihre Stellung untereinander und zur Sonne zweifellos ausübten, hat

Descartes nicht einmal erwähnt. Die Erklärung von der Bildung der Planeten und des ganzen Planetensystems ist demnach mit Mängeln behaftet.

Auch über die Planetenbahnen macht Descartes nur vage Angaben. Er ist eben nicht imstande, die planetarischen Bewegungen in Ellipsen, wie sie Kepler behauptete, mittelst seiner Wirbeltheorie nachzuweisen und bemüht sich ohne Erfolg zu zeigen, daß eine streng kreisförmige Bahn der Planeten nicht zuzulassen ist. Auch die elliptische Bewegung der Kometen um die Sonne, welche sich in freilich viel größeren Bahnen als den Planetenbahnen vollzieht, hat Descartes nicht erkannt, was deutlich aus seinen Worten hervorgeht: Ac praeterea Cometae, quos jam satis constat in nostro aere non versari, ut nimis rudis antiquitas opinabatur, vastissimum istud spatium inter sphaeram Saturni et Fixas requirunt, ad omnes suas excursiones absolvendas: adeo enim variae sunt, adeo immanes, et a Fixarum stabilitate, atque a regulari Planetarum circa Solem circuitione adeo discrepantes, ut absque eo ad nullas Naturae leges revocari posse videantur.[1] Diese mangelhafte Theorie der Kometenbewegung, die übrigens auch aus anderen Stellen[2] der Prinzipien hervorgeht, wird man indes nicht allzusehr zu Ungunsten Descartes' in die Wagschale fallen lassen, wenn man bedenkt, daß die Kometentheorie den meisten Kosmogonien ziemliche Schwierigkeiten gemacht hat und selbst Kant „nicht an die Existenz vieler rückläufiger Kometen glaubt,

1) princ. philos. III, 41.
2) princ. philos. III 126, 128, 129, 130, 132.

sondern diese Bewegungsrichtung als auf einen bloßen optischen Schein beruhend ansieht".[1]

Die größte Schwäche, welche die Kosmogonie Descartes zeigt, besteht darin, daß sie der Mathematik nicht zugänglich war. Descartes selbst hat nirgendswo in seinen Prinzipien versucht, auf die seiner Kosmogonie zu Grunde liegenden Bewegungsvorgänge mathematische Entwickelungen anzuwenden, ja wir vermissen jede mathematische Inangriffnahme des Problems von der Weltentstehung. „In dem ganzen Buche (in den Prinzipien), bemerkt Rosenberger treffend, kommt nicht eine einzige exakte Größenbestimmung vor; Descartes bekümmert sich weder um die wahren Größen der Massen, noch der Räume, noch der Geschwindigkeiten, und dies wird tödlich für die ganze Theorie."[2] Diese Schwäche läßt sich aber nicht aus dem System herausbringen, und selbst einem Newton ist es nicht gelungen, die Rotationsgeschwindigkeit der Wirbel einer exakten Rechnung zu unterwerfen, wodurch er bestimmt wurde, die Theorie Descartes', der er lange Zeit huldigte, fallen zu lassen und sich nach Elementen umzusehen, die einer exakten Rechnung unterworfen werden konnten. Sein Ziel erreichte er durch das Gravitationsgesetz.[3]

1) Eberhard, Die Kosmogonie von Kant, Publikationen der von Kuffnerschen Sternwarte, Wien III. Bd. herausgegeben von Dr. Leo de Ball, 1894 pag. XXII.

2) Rosenberger, Geschichte d. Physik, Braunschweig 1882 Teil. I, pag. 110.

3) Die mathematische Schlußweise Newtons, deren er sich zur Berechnung der Rotationsgeschwindigkeit der Wirbel bedient, findet sich in seinem Hauptwerke: Philosophiae Naturalis Principia Mathematica, Londoni MDCLXXXVII. liber II prop. 52.

Ibid. liber II prop 53: (De Motu Corporum) schließt Newton seine siegreiche Kritik der Wirbelhypothese Descartes' mit den Worten:

Betrachtet man schließlich noch Descartes' Kosmogonie als Ganzes, so wirkt der Umstand störend, daß sie allzu detailliert ist. Wir haben schon darauf hingewiesen, daß Descartes genötigt ist, zu äußerst komplizierten und willkürlichen Nebenhypothesen zu greifen, um eine Erklärung für gewisse Naturerscheinungen zu geben. Seine Theorie der Elektrizität und Magnetismus sind charakteristische Beispiele der sich notwendig ergebenden Komplikation der Hypothesen. Descartes verbindet vielleicht zu eng seine allgemeinsten Hypothesen, die für eine Kosmogonie dienen sollen, mit einer Anwendung derselben auf spezielle Naturerscheinungen. Es ist nicht die Aufgabe einer Weltentstehungstheorie, alle speziellen Eigentümlichkeiten der Natur zu erklären, sondern sie soll „die Erscheinungen nur im Großen und Ganzen darstellen, einen zusammenfassenden und umfassenden Überblick über sie geben".[1] Andererseits liegt in der Anwendung der Prinzipien auf die Erklärung des Kosmos, ebenso wie der einzelnen Naturvorgänge eine bewunderungswürdige Konsequenz des Denkens und Einheitlichkeit der Naturauffassung.

Itaque Hypothesis Vorticum cum Phaenomenis Astronomicis omnino pugnat, et non tam ad explicandos quam ad perturbandos motus coelestes conducit.

1) Eberhard, Cosmogonie von Kant pag. XXVI.

Schluß.

Die Bedeutung der Kosmogonie Descartes' für die heutige Wissenschaft und ihr Verhältnis zu den wichtigeren Weltentstehungshypothesen der Folgezeit.

Nach dieser Kritik der Kosmogonie Descartes' dürfte es nicht schwer sein, sich ein Urteil über den Wert derselben für die heutige Wissenschaft zu bilden. Dasselbe fällt natürlich nicht zu ihren Gunsten aus, da die Descartes'sche Hypothese den heutigen wissenschaftlichen Anforderungen, die man an eine Weltentstehungshypothese stellt, in keiner Weise mehr genügt, schon allein deshalb, weil unserem Denker die mechanische Wärmetheorie nicht zur Verfügung stand. Es ist daher dem Versuche Descartes' einer einheitlichen Darstellung der Weltentstehung nur ein historischer Wert beizumessen.

Gleichwohl findet man zwei für alle Zeiten bleibende Errungenschaften unserer Kosmogonie. Das sind:

1. „Der systematisch durchgeführte Gedanke, daß „die Entwicklung des Universums nach den Gesetzen „der Mechanik stattfinden muß".

Nicht war in der Kosmogonie Descartes' die Rede gewesen von „geheimen Qualitäten", welche im Innern der Dinge sitzen und dieselben in Bewegung setzen, nicht von besonderen Eigenschaften der Dinge oder gar von einem Zwecke der Natur, sondern nur von Bewegungen, die der Urmaterie von Gott mitgeteilt sind und mit gesetzmäßiger Notwendigkeit die Bildung des Universums vollziehen. Es ist Descartes' unsterbliches Verdienst, den Versuch gemacht zu haben, alle Veränderungen in der Natur auf die mechanischen Gesetze zurückzuführen. Er weiß, daß das Licht kein Stoff, herabgetragen von der Sonne, ist, sondern die Bewegung der allgemeinen subtilen Materie. Auch die Wärme ist Bewegung, eine Theorie, die man heutzutage im allgemeinen als zweifellos richtig anerkennt. Der Gedanke von der mechanischen Entwicklung des Universums war freilich nicht ganz neu, da wir ihn schon in den Weltentstehungstheorien Leucipps, Demokrits, Epikurs und Lucrez' finden; aber immerhin besteht ein großer Unterschied in der Art und Weise der Durchführung dieses Gedankens zwischen den Kosmogonien dieser Denker des Altertums und der des Descartes. Während erstere die Ordnung und den Zusammenhang, der sich im Universum wahrnehmen ließ, aus dem „ungefähren Zufall"[1] herleiteten und sogar den Ursprung aller belebten Wesen dem „blinden Zusammenlauf"[1] der Atome zuschrieben, ist dagegen in der Descartesschen Theorie jedes Partikelchen der

1) J. Kants Allg. Naturgeschichte und Theorie des Himmels Kehrbachsche Ausgb. Reclamsche Universal-Bibliothek 1954, 1955 pag. 12.

Materie an notwendige Gesetze gebunden. In bewunderungswürdiger Weise wird hier die mechanistische Theorie durchgeführt, und dieser wichtige Gedanke von der mechanischen Entwicklung des Universums ist von der modernen Wissenschaft als durchaus richtig anerkannt und durch exakte Forschungen weiter begründet worden.

2. „Von großer Bedeutung ist ferner der Hinweis „auf die Gleichartigkeit der Materie aller Himmels„körper".

Descartes war der erste, der auf die einheitliche Zusammensetzung aller Himmelskörper aus ein und demselben Urstoff hingewiesen hat.[1] Freilich konnte er dies noch nicht nachweisen und nur seinem wissenschaftlichen Prinzipe, alles möglichst natürlich und einfach zu erklären,[2] verdanken wir diese wichtige Annahme, allein seitdem Bunsen und Kirchhoff das spektralanalytische Verfahren ausgebildet haben, die einfachen Bestandteile der Himmelskörper durch Beobachtung ihres Spektrums zu erforschen, und seitdem ferner die Astrophysik weitere Fortschritte gemacht hat, scheint sich dieser wichtige, von Descartes rein hypothetisch zu Grunde gelegte Satz experimentell nachweisen zu lassen.

Diese beiden wichtigsten Errungenschaften Descartes' bilden von nun an die Grundlagen aller Weltentstehungshypothesen. Von diesen sollen im

1) Ex antedictis jam constat, omnium mundi corporum unam et eandem esse materiam . . . princ. philos. III 46. Und princ. philos. II 22: Hincque etiam colligi facile potest, non aliam esse materiam coeli quam terrae, atque omnino si mundi essent infiniti, non posse non illos omnes ex una et eadem materia constare.

2) nullaque proportio, nullusve ordo simplicior est, et cognitu facilior, quam ille, qui constat omnimoda aequalitate. princ. philos. III 47.

Folgenden nur diejenigen in Betracht kommen, die eine wissenschaftliche Bedeutung erlangt haben, hierzu rechnen wir die von Buffon,[1] Kant[2] und Laplace.[3] Es soll nun gezeigt werden, wie Descartes' Lehre in ihren beiden wichtigsten Sätzen für die Kosmogonien dieser Denker vorbildlich gewirkt hat.

Descartes stellt sich, wie erwähnt, im dritten Buche seiner Prinzipien zwei Hauptaufgaben, nämlich erstens eine Erklärung für die Planetenbewegung zu geben und zweitens die Entstehung des Universums aus einfachen Prinzipien herzuleiten. Beide Aufgaben stehen in gewisser Beziehung zu einander und werden daher von dem Denker zu gleicher Zeit in Angriff genommen. Die Lösungen beider Aufgaben beruhen in der Hauptsache auf der Wirbeltheorie. Die wirbelnde Bewegung der Himmelsmaterie sollte nicht nur die Bewegung der Planeten um die Sonne, sondern auch die Zusammensetzung der Teilchen der Urmaterie zu einem Planeten oder Fixstern sowie die ganze Entstehung des Universums erklären. Die erste Aufgabe Descartes', d. h. die Beantwortung der Frage: Wie läßt sich am einfachsten aus den Prinzipien der Mechanik die Bewegung der Planeten um die Sonne in Ellipsenbahnen erklären? nahm später Newton in Angriff, indem er nachwies,

2) Histoire Naturelle, générale et particulière par M. de Buffon, Paris 1774.

3) Allg. Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newtoni'schen Grundsätzen abgehandelt, Königsberg und Leipzig, 1775. Ausg. von Karl Kehrbach, Reclam. U.-B.

4) Exposition du Système du monde par P. S. Laplace 2 Bd. Paris.

daß die Wirbeltheorie Descartes' keine exakte Berechnung der Rotationsgeschwindigkeit der einzelnen Wirbel gestatte und nur alles in ungefährer Übereinstimmung mit den Beobachtungen darstelle.[1] Newton gab dann bekanntlich eine richtige Lösung der ersten Aufgabe Descartes', indem er mit Hülfe der Kepler'schen Gesetze und der von Huygens erfundenen Theorie des Zusammenhangs der Centripetal- und Centrifugalkräfte das allgemeine Gravitationsgesetz aufstellte. Wenn alle Weltkörper sich im direkten Verhältnis zu ihrer Masse und im umgekehrten Verhältnis zum Quadrate ihrer Entfernung anziehen, und wenn den Planeten eine gewisse Geschwindigkeit in der Richtung der Tangente ihrer Bahn erteilt ist, so müssen sie, wie die mathematische Berechnung zeigt, den drei Kepler'schen Gesetzen gemäß um die Sonne laufen. Das war das neue wichtige Resultat der Untersuchungen Newtons, mit welchem jede künftige Kosmogonie zu rechnen hatte, wenn sie auf eine wissenschaftliche Bedeutung Anspruch machen wollte. Woher aber jener tangentiale Stoß? Wie gelangten die Planeten in den Gravitationsbezirk der Sonne? Woher gerade die Geschwindigkeit und die Richtung, daß sie sich, der Trägheit und der allgemeinen Schwerkraft überlassen, nach den drei Kepler'schen Gesetzen bewegen müssen? Das waren Fragen, die Newton einfach mit einem Schlusse auf Gott als das Primum movens beantwortete, indem er behauptete, hier habe Gottes Hand in die Natur eingegriffen.[2] Mit diesem Schlusse konnte

1) Vgl. pag. 66.

2) W. Dilthey, Einleitung in die Geisteswissenschaften, Leipzig 1883, pag. 463.

natürlich die Wissenschaft nicht zufrieden sein; sie forschte weiter nach Gründen, die sie in dem Gebiete der Mechanik suchte. Buffon war der erste, der mit Zuhilfenahme des Newton'schen Gravitationsgesetzes sich die Entstehung des Planetensystems durch kausalen Mechanismus nach allgemeinen Naturgesetzen erklärte. Damit hatte der französische Forscher die zweite Aufgabe, die sich sein großer Landsmann gestellt hatte, wieder aufgenommen und in der Hauptsache dessen beide wichtigsten Resultate benutzt, wenn auch die nähere Ausführung und Begründung derselben grundverschieden ist. Eine Kosmogonie in eigentlichem Sinne hat aber Buffon niemals geschrieben, vielmehr hat er nur soweit als es „die natürliche Kenntnis der Erde" zu ihrem Verständnis erforderte, dem ersten Bande seiner „Naturgeschichte" „einige allgemeine Begriffe von der Bildung, Bewegung und Figur sowohl der Erde als auch der Planeten"[1] anhangsweise beigefügt. In seinen kurzen, aber wertvollen Angaben begegnen wir sofort dem ersten Hauptgedanken Descartes', indem hier der Ursprung der Planeten und Trabanten auf den Zusammenstoß eines Kometen mit der Sonne zurückgeführt wird.[2] Durch diesen Zusammenstoß wurde von der Sonne ein Strom Materie abgerissen, der sich in verschiedenen Entfernungen von der Sonne zu größeren oder kleineren Kugeln, den Planeten, vereinigte. Durch ebendenselben

1) Histoire Naturelle, générale et particulière par M. de Buffon, Paris 1774, pag. 128.

2) On peut donc croire avec quelque vraisemblance, que les planètes ont appartenu au Solcil, qu'elles en ont été séparées par un seul coup qui leur a donné un mouvement d'impulsion dans le même sens et dans le même plan. Buffon pag. 150.

Stoß[1] wurde auch den Planeten die Kraft mitgeteilt, mit welcher sie ihre Centralbewegung um die Sonne anfingen. Die drehende Bewegung der Planeten um ihre eigenen Achsen hängt lediglich von der schiefen Richtung dieses Stoßes ab.[2] Diese aphoristischen Gedanken, die wir an den erwähnten Stellen bei Buffon noch etwas genauer begründet und ausgeführt finden, genügen unseres Erachtens, um aus ihnen zu erkennen, eine wie große Bedeutung Buffon der Stoßkraft beilegt. Er sagt selbst bei Gelegenheit, daß die Stoßbewegung der Planeten wenigstens die Hälfte zum Bau des allgemeinen Weltsystems, das sich durch die anziehende Kraft allein unmöglich erklären läßt, mit beigetragen hat.[3] Die Entwickelung des Universums vollzieht sich also auch bei Buffon nach den Gesetzen der Mechanik, und man darf wohl annehmen, daß in dieser Beziehung trotz der Newton'schen Entdeckung noch Descartes von großem Einfluß gewesen ist, wenn man bedenkt, daß Buffon noch dem Stoße eine so große Bedeutung beilegt.

Hatte Buffon den einen der beiden Hauptgedanken Descartes' sich zu eigen gemacht, so legte er auch dessen zweiten Hauptsatz, nämlich den Satz von der

2) ibid. pag. 151.

3) car le mouvement de rotation dépend uniquement de l'obliquité du coup, et il est nécessaire qu'une impulsion dès qu'elle est oblique à la surface d'un corps donne à ce corps un mouvement de rotation, ibid, pag. 150.

4) J'ai cru seulement devoir semer ces idées, parce qu'elles m'ont paru raisonnables et propres à éclaircir une matière sur laquelle on n'a jamais écrit, quelqu' important qu'en soit le sujet, puisque le mouvement d'impulsion des planètes entre au moins pour moitiée dans la composition du système de l'Univers que l'attraction seul ne peut expliquer. Buffon, Hist. nat. pag. 153.

Gleichartigkeit aller Materie der Himmelskörper, seinen kosmogonischen Gedanken zu Grunde. Darauf weist eben deutlich der einheitliche Ursprung des Planetensystems aus der Sonnenmaterie hin, wie wir das soeben gezeigt haben. Daß aber in den Ausführungen Buffons die Entstehung der Sonne selbst und jenes hypothetischen Kometen völlig unerklärt bleibt, darf umso weniger auffallen, als er bloß einen Entwurf seines Systems der Planetenbildung geben wollte, soweit ihm ein solcher zum Verständnis der Naturgeschichte der Erde als Planeten erforderlich erschien.

Weit tiefer als der französische Denker dringt Kant in das Weltentstehungsproblem ein, indem er den kausalen Mechanismus des natürlichen Geschehens bis zum Chaos zurückverfolgt. Kant will in seiner Schrift „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels" das Weltentstehungsproblem nach „Newton'schen Grundsätzen" behandeln und dabei „das Recht" — gemeint ist das Recht, die Entstehung des Universums mechanisch herzuleiten — beanspruchen, „das Cartesius, als er die Bildung der Weltkörper aus bloß mechanischen Gesetzen zu erklären wagte, bei billigen Richtern jederzeit genossen hat".[1] Der von Descartes zuerst konsequent durchgeführte Gedanke einer Entwicklung des Universums nach mechanischen Gesetzen war noch zu neu, als daß er nicht erst hätte motiviert werden müssen. Kant hat ihn daher in einem besonderen Abschnitt „Allgemeiner Beweis von der Richtigkeit einer mechanischen Lehrverfassung, der Einrichtung des Weltbaues

1) Kant, Allg. Naturgeschichte und Theorie des Himmels, Kehrbachsche Ausg. Reclame pag. 13.

überhaupt, insonderheit von der Gewißheit der gegenwärtigen",[1] näher begründet. Auch dem zweiten Hauptgedanken Descartes' begegnen wir in der Kosmogonie Kants. An verschiedenen Stellen seiner erwähnten Abhandlung betont er, daß die bekannten Eigenschaften der planetarischen Körper auf einen gemeinsamen Ursprung aller, folglich auch auf die Gleichartigkeit der Materie hinweisen.[2] Mittelst eines Analogieschlusses dehnte er diesen Satz auf alle Himmelskörper aus. Wir können nun die Hypothese Kants, die sich übrigens, ganz abgesehen von der viel ausführlicheren und gründlicheren Ausführung im Einzelnen in wesentlichen Punkten prinzipiell von der Lehre Descartes' unterscheidet, hier nicht näher verfolgen, denn das liegt nicht in dem Plane unserer Arbeit. Es kam uns lediglich darauf an, zu zeigen, daß auch in der Darstellung Kants der Einfluß Descartes' sich nicht verkennen läßt.

Wir wenden uns daher einer anderen Weltentstehungshypothese zu, die Laplace mehr als vier Dezennien nach Kant, aber ganz unabhängig von diesem, in seiner „Exposition du Système du Monde" aufgestellt hat. Laplace weist darin nach, daß die Gleichförmigkeit in der Richtung der Planetenbewegung, die Übereinstimmung der Rotationsrichtung, ferner die Kleinheit der Exzentrizitäten und Neigungen bei den Planetenbahnen, und die vorherrschend parabolische Gestalt der Kometenbahnen, und daß schließlich die große Exzentrizität derselben „kein

1) ibid. II. Teil 8. Hauptstück, pag, 128.
2) Naturgeschichte des Himmels, Königsb. 1775 pag. 4, 14, 28. ꝛc.

Werk des Zufalls“[1] sein können, sondern daß alles dies auf eine gemeinsame Ursache, die alle diese gesetzmäßigen Bewegungen bestimmt, und auf einen gemeinsamen Ursprung sämtlicher Himmelskörper hinweist. Von diesem Gesichtspunkte aus entwickelt Laplace seine Ansicht von der Entstehung des Sonnensystemes aus einem glühend-flüssigen Gasball. Durch Zusammenziehung desselben lösten sich an seiner Oberfläche Teile ab, und durch die Vereinigung derselben unter einander bildeten sich in Gestalt von Kugeln die Planeten.[2] Weiter wollen wir die Darstellung von Laplace nicht verfolgen. Auch bei ihm finden sich die beiden Grundgedanken Descartes' wenigstens im Prinzipe wieder, wenn auch die nähere Ausführung derselben bei beiden Denkern grundverschieden von einander ist. Laplace geht ebenfalls wie Kant von den allgemeinen Eigenschaften sämtlicher planetarischen Körper aus und schließt hieraus auf einen gemeinsamen Ursprung derselben, folglich auch auf die Gleichartigkeit aller Materie. Übrigens stimmen beide Theorien, die von Kant und Laplace, in ihren Einleitungen fast wörtlich überein, obwohl Laplace ohne Kenntnis der Kantischen Hypothese seine Theorie aufstellte. Eine Erklärung für diese merkwürdige Übereinstimmung beider Einleitungen ist möglicherweise darin zu finden, daß beide Denker aus derselben Quelle geschöpft haben, nämlich aus Buffon's oben erwähntem Werke, worauf O. Liebmann zuerst hingewiesen hat.[3] Demnach würde

1) Un phénomène aussi extraordinairement n'est point l'effet du hasard: il indique une cause générale qui a déterminé tous ces mouvemens (Exposition du Syst. du Monde, pag. 342).

2) Exp. d. Syst. du M. pag. 346.

3) O. Liebmann, Philos. Monatshefte Bd. IX, Berlin, 1874 pag. 249.

der historische Zusammenhang der Kosmogonien unserer vier Denker folgender sein. Die Hauptgedanken Descartes' sind auf Buffon und von diesem auf Kant und Laplace übergegangen, und daher können wir mit Dilthey sagen „die kosmische Hypothese des jugendlichen Kant ist in Descartes und seinen Nachfolgern gegründet".[1] Freilich sind die näheren Ausführungen bei sämtlichen Denkern gewaltig von einander verschieden, auch bei Kant und Laplace wenigstens in einzelnen Teilen. Die Ausführungen Descartes' können in ihrem Zusammenhange durchaus nicht mehr gebilligt werden, die von Buffon sind von einer Wahrscheinlichkeit noch weit entfernt, dagegen die von Kant und Laplace genügen im allgemeinen den Anforderungen der heutigen Wissenschaft, und insbesondere ist die Laplace'sche Hypothese eine willkommene Ergänzung der Kantischen, schon allein deshalb, weil die Laplacesche Kometentheorie nach der heutigen Wissenschaft als richtig zu bezeichnen ist. Man sieht also, daß sich die vier hier in Frage stehenden kosmischen Hypothesen ihrem wissenschaftlichen Werte nach in derselben Weise ordnen lassen, wie sie chronologisch folgten. Das ist auch ganz natürlich; denn jede Weltentstehungshypothese ist stets von den Ergebnissen der fortschreitenden Einzelwissenschaften bis zu einem gewissen Grade abhängig.

1) W. Dilthey, Der entwicklungsgeschichtliche Pantheismus nach seinem geschichtlichen Zusammenhang mit den älteren pantheistischen Systemen. Arch. f. Gesch. d. Phil. herausg. von Lud. Stein Bd. XIII 1900 Berlin pag. 355.

Vorliegende Arbeit wurde veranlaßt durch die von der philos. Fakultät der Berliner Universität für das Jahr 1902 gestellte Preisaufgabe: „Die Lehre Descartes' von der Bildung des Universums in ihrer geschichtlichen Bedeutung."

Auch an dieser Stelle sei es gestattet, Herrn Prof. Dr. Erhardt für seine zahlreichen Bemerkungen und Anregungen bei der Anfertigung vorliegender Arbeit den gehorsamsten Dank auszusprechen.

Bei der Anfertigung vorliegender Arbeit wurden alle diejenigen Werke benutzt, die wir in den Anmerkungen zitiert haben.